



LANTBRUKSHÖGSKOLAN  
UPPSALA

---

# STUDIER AV DE ODLADE JORDARNAS VATTENHUSHÅLLNING

av Paul Wiklert

Del I

Exemplifierande, analyserande och sammanfattande  
text, tabeller och diagram

---

INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP  
AVDELNINGEN FÖR HYDROTEKNIK  
STENCILTRYCK NR 97

UPPSALA 1977

ISBN 91-7088-645-8



LANTBRUKSHÖGSKOLAN  
UPPSALA

---

# STUDIER AV DE ODLADE JORDARNAS VATTENHUSHÅLLNING

av Paul Wiklert

Del I

Exemplifierande, analyserande och sammanfattande  
text, tabeller och diagram

---

INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP  
AVDELNINGEN FÖR HYDROTEKNIK  
STENCILTRYCK NR 97

UPPSALA 1977

ISBN 91-7088-645-8



STUDIER AV DE ODLADE JORDARNAS VATTENHUSHÅLLNING

Av Paul Wiklert

Del I

Exemplifierande, analyserande och sammanfattande text, tabeller och diagram

## INNEHÅLL

Inledning	2
Undersökningarnas uppläggning och omfattning	2
Resultatens framställning	4
Några presentationer av resultaten	6
Exempel på relativt detaljerad analys av resultat från enskilda provplatser	6
Uddeholm	7
Forstena	9
Uppdelning av jordarna ur vattenhushållningssynpunkt med möjlighet i detta avseende till bred analys av olika jord- artstyper. - Exemplifieringar	13
Textur och struktur	14
Textur, struktur och vegetation	15
Litteratur	43

## INLEDNING

Genom den utveckling som skett av markfysikaliska och agrohydrologiska analysmetoder kan nu porösa systems funktioner, i detta fall jordarnas, med avseende på mikro- och makrostruktur, porstorleksfördelning och porsystemets kvalitet, vatten- och luftrörelser, vattenbindning, dräneringsegenskaper, rotframkomlighet, vattenåtkomlighet för växten m.m., noggrannare fastläggas, närmare beskrivas och därmed bättre analyseras än tidigare. Mot bakgrunden av analysresultat över karaktären hos en bestämd jord med avseende på de nämnda funktionerna ges därmed goda möjligheter att till väsentlig del förstå denna som miljö för olika växter och därmed även erhålla förutsättningar att ur olika synpunkter karakterisera en viss växt (Wiklert 1964 s. 46-75 och 1972).

Tolkningen av analyser och av beskrivningar grundade på dessa samt tillämpningen härav måste dock noggrant prövas, innan växelspelet mellan jord, vatten och växt är möjligt att närmare diskuteras.

En omfattande undersökning genomfördes under åren 1955-1960 i fält och på laboratoriet med vissa kompletteringar därefter. Fram till nu har den meteorologiska sidan breddats och förfinats varigenom tolkningsmöjligheterna ökat.

## UNDERSÖKNINGARNAS UPPLÄGGNING OCH OMFATTNING

De experimentella mätningarna utformades så, att i första hand hållbarheten av vissa grundföreställningar kunde prövas. Dit hör jordarnas innehåll av växttillgängligt vatten, vissningsgränsen som en fundamental ekologisk vattenhaltsgräns, sambandet mellan markstruktur och rotutveckling m.m. (Wiklert 1960, 1961, 1964).

För att kunna följa vattenhaltens ( $w$ ) förändring med djupet ( $z$ ) och tiden ( $t$ ) utfördes upprepade vattenhaltsbestämningar ned till ett visst djup i marken. Härigenom erhöles numeriska uttryck på funktionerna  $w = f(z)$  vid  $t = \text{konstant}$  och  $w = f(t)$  vid  $z = \text{konstant}$ . Vattenhalten bestämdes på jordprov upptagna med ett speciellt jordborr (Nääs 1956, Nääs & Odentun 1957). Det aktuella borrhjulsdjupet bestämdes av grundvattenytans djupläge och maximerades till 200 cm.

Genom att skydda provplatserna mot nederbörd med hjälp av plastskärmar (200 x 300 cm) tvingades grödan till en så långt gående tömning som möjligt av det i jordprofilen enligt laboratoriebestämningen växttillgängliga vattnet.

De potentiella vattenupptagningarna skulle därmed kunna belysas. Jämförelser kunde då också göras mellan vattenhalterna under och utanför skärm. Under de senare undersökningsåren täcktes vissa rutor på provplatserna med en plastduk direkt på marken. Härigenom förhindrades all avdunstning och profilernas dräneringsjämvikter och deras beroende av en mer eller mindre rörlig grundvattenyta kunde studeras. - Angående skärm- och provtagningstekniken hänvisas till Wiklert 1964 s. 47-57, varför någon närmare detaljbeskrivning inte genomföres här.

Antalet provplatser var 26 och utvalda så, att ett representativt urval av olika jordar, lokaler och grödor skulle erhållas. I tabell 1 är platsernas beteckningar, hänvisningsnummer till kartan fig. 1, lägeskoordinater enligt ekonomiska kartan, geologisk karakterisering, jordartskarakterisering i matjord och alv angivna liksom sidohänvisningar till tabeller och diagram.

På de 26 provplatserna upptogs jordprofiler till maximalt 200 cm djup, vilka omfattande analyserades för att fastlägga deras fysikaliska status. Se närmare Andersson (1954a, b, 1955a, b), Andersson & Wiklert (1959, 1970, 1972), Hallgren, Nääs & Wiklert (1965), Håkansson (1966), Johansson (1964) och Wiklert (1962, 1964, 1970, 1972). Sådana markfysikaliska karakteriseringar av ett mycket stort antal profiler, representerande hela Sverige, är under utarbetande i form av koncentrerad text, planscher, tabeller och diagram.

Studiet av provplatsernas (profilernas) vattenhushållning pågick under följande antal år: På Ultuna nr 1-4 och 7 i 5 år, Ultuna nr 5 i 1 år, Ultuna nr 3 i 6 år, Nontuna nr 1-2 och på Bro i 4 år. Resultaten från Gammelstorp år 1958, Gunnarstorp år 1959 samt Kloster år 1957 kan ej medtagas på grund av olika missöden. Sammanlagda antalet skördeår blir då 86 med 7 trädesår och 13 olika grödor fördelade på följande sätt: Havre 18 skördeår, korn 12, vårmete 5, blandsäd (korn+havre) 2, höstmete 13, råg 1, hösträps 4, höstrybs 2, kålrötter 2, ärter 3, vall I 9, vall II 7 och vall III 1 skördeår.

Bestämning av vattenhalten och dess förändringar med djup och tid utfördes genom borrhningar, som ovan angivits, efter följande schema: 1:a borrhningen utfördes omedelbart efter tjällossningen eller mycket tidigt på våren; 2:a borrhningen vidtogs, då de vårsådda grödornas rotsystem just nått matjordsdjup och för ej vårsådda grödor i anslutning till denna tidpunkt, varvid plastskärmar samtidigt utsattes; 3:e borrhningen, både under och utanför skärm, ungefär vid tiden för begynnande axgång hos stråsåden och för övriga grödor i anslutning till denna tidpunkt; 4:e borrhningen, både under och utanför skärm, i samband med skörden, skärmen borttogs; 5:e borrhningen sent på höst-

ten nära begynnande tjälning.

Beroende på provplatsernas geografiska läge kunde detta schema mer eller mindre väl följas. På Ultuna och vissa andra lätt åtkomliga platser utfördes mera intensiva studier och därmed oftare återkommande provtagningar (se Wiklert 1964 s. 60-64). Antalet borrhningar vid de olika provtagningstillfällena varierade. 1955 genomfördes som regel endast 2 parallellborrningar. Därefter ökades antalet till 4 vid bestämningen av slutvattenhalten vid skörd,  $w_{a,f}$ , och i vissa fall även vid övriga provtagningstillfällen.

Vattenhalten beräknades på borrhkärnorna i viktprocent,  $w_1$ . Genom uttagning av volymsäkra prover (profiluttagning) bestämdes bl.a. torra volymvikten,  $\rho_t$ . Vid multiplikation av viktprocenten med torra volymvikten erhöles vattenhalten i volymprocent ( $w_2 = \rho_t \cdot w_1$ ).

## RESULTATENS FRAMSTÄLLNING

Resultaten redovisas i 3 delar i avdelningens för lantbrukets hydroteknik stencilserie. I denna del, 1:a, presenteras exemplifierande, analyserande och sammanfattande tabeller och diagram, varvid en uppdelning av provplatserna i 5 grupper göres mot bakgrunden av texturell och strukturell karaktär i relation till rotframkomligheten (Wiklert 1960, 1961, 1972; se fig. 2). Grupperna benämnes: 1. jordar med enkelkornstruktur; rotspärr; sand-mjåla (Nontuna nr 2, Älvgården, Lindesnår och Uddeholm), 2. jordar med aggregatstruktur; ingen rotspärr; mellanleror-styva leror (Ultuna nr 1, 2, 3, 4 och 7, Marsta, Vallby, Gunnarstorp och Lanna), 3. jordar med aggregatstruktur; rotspärr; lättleror-mellanleror (Bro, Tingvall, Apertin och Kloster), 4. jordar med aggregatstruktur; rotspärr; styva leror (Edeby, Vrå Nollgården, Ryholm, Gammalstorp och Forstena) samt 5. jordar med enkelkorn- eller aggregatstruktur, varierande med djupet (Ultuna nr 5 och 6, Nontuna nr 1 och Djupedal).

I 2:a delen redovisas grundmaterialet inom grupperna 1 och 2 ovan profil för profil med den ordningsföljd som anges i tabell 1 i form av plansch, tabeller över kornstorleks- och makroaggregatfördelningar, tabell över vissa fysikaliska data, tabeller över vattenhalter och vattenhaltsförändringar för de olika undersökningsåren. I dessa senare tabeller är porvolymen införd i kolumn b och vattenhalterna i volymprocent eller vattenmängderna i mm vid de förut omtalade 5 provtagningarna i kolumnerna c, d, e, f och g och därvid införda såsom "under skärm". Vi skall då komma ihåg, att plastskärmen uppsattes vid 2:a och borttogs vid 4:e provtagningen, 1:a och 5:e provtagningen utför-



des dock på den ruta som skärmen skulle skydda resp. hade skyddat från nederbörd. I kolumn h är vattenhalten vid skörden i ruta utanför skärm redovisad. Dessa borrhningar utfördes alltid till ett största djup av 100 cm. - Grundvattenytans djupläge finnes angiven, då detta har varit 200 cm eller mindre. Vid summeringar och differensbildningar antages att vattenmättnaden varit fullständig under grundvattenytan.

För att få en bättre överskådlighet av upptorkningen i jordprofilen under vegetationsperioden är undersökningsmaterialet sammanställt även i diagramform. I dessa diagram är kurvorna för porositetens,  $n$ , och strukturella vissningsgränsens,  $w_{v,s}$ , förändring med djupet införda. Det ljusare grå fältet till vänster betecknar den vattenmängd som inte är upptagbar för växten (laboratoriebestämd, Wiklert 1964), det mörkare grå materialvolymen och det vita fältet däremellan den maximalt upptagbara vattenvolymen. Det bör observeras, att av utrymmesskäl är axlarna för volymprocent avskurna vid i allmänhet 60 %. - Kurvorna över de aktuella vattenhalternas,  $w_a$ , förändring med djupet vid 1:a och 4:e (skörd) provtagningen är inritade,  $w_{a,i}$  resp.  $w_{a,f}$  liksom kurvan över vattenhaltens förändring utanför skärm vid skörd (endast svarta punkter). Vidare finnes i varje sådant diagram en tabell. I denna anges i mm differenserna mellan porvolym,  $V_n$ , och vattenmängden vid vegetationsperiodens slut,  $V_{v,f}$  resp. porvolym,  $V_n$ , och vattenmängd vid vegetationsperiodens början,  $V_{v,i}$ , för lagren 0-100, 20-100 och 100-200 cm.  $V_n - V_{v,f}$  resp.  $V_n - V_{v,i}$ .

I 3:e delen redovisas grundmaterialet inom grupperna 3, 4 och 5 efter samma mönster som inom 1 och 2, varför hänvisas till texten ovan rörande 2:a delen.

Materialet kan givetvis uppsorteras på olika sätt och bearbetas utifrån olika aspekter, varigenom koncentration i olika intresseriktningar blir möjlig. Den angivna uppdelningen av provplatserna ur textur- och strukturhänseende är ytterst väsentlig och ganska självklar vad gäller rotutveckling, vattenuppgång, vattenrörelser m.m. Grupperna 1 och 2 är därvid mera väldefinierade i sin texturella och strukturella uppbyggnad än 3 och 4. Grupp 5 är givetvis den mest komplicerade och svårtydbara.

Sammanställning av medeltal för vissa grundläggande fysikaliska data för de nämnda grupperna återfinnes i tabellerna 2-6. Som mått på spridningen användes standardavvikelsen för små material (Quensel 1944).

Gröda, sort och skördens storlek på provplatserna för de olika undersökningsåren anges i tabell 7.

I tabell 8 är en sammanställning utförd över förändringarna i vatteninnehåll under de aktuella vegetationsperioderna hos de undersökta jordarnas lager 0-200 och 20-200 cm.

Fig. 2 visar ett principdiagram över olika processers strukturpåverkan.

Diagrammen figurerna 3-5 exemplifierar i enkel och överskådlig form de från jorden under skärmarna bortförda vattenmängderna på några provplatser inom grupp 2 medelst summationskurvor och frekvenskurvor.

Diagrammen figurerna 6-8 återger summationskurvor och frekvenskurvor av de bortförda vattenmängderna för vissa grödor beräknade som mättnadsprocent - medeltal från alla i grupp 2 ingående provplatserna.

Diagrammen figurerna 9-11 visar upptorkningsförloppen för vissa grödor beräknade som mättnadsprocent - medeltal från alla i grupp 2 ingående provplatserna.

Fig. 12 visar ett principdiagram över sambandet textur-struktur-rotutveckling -upptorkningsförlopp.

## NÅGRA PRESENTATIONER AV RESULTATEN

Detta stora material från vattenhushållningsstudierna, som framlägges, kan givetvis inte här fullständigt analyseras. Det får räcka med att ange vissa riktlinjer för sådana bearbetningar och analyseringar. Det bör härvid påpekas, att allt material är stansat på datakort, varför olika bearbetningsmöjligheter i stor utsträckning finnes.

### Exempel på relativt detaljerad analys av resultat från enskilda provplatser

En mera ingående kommentering och analys göres här endast av resultaten från 2 provplatser, Uddeholm (grupp 1) och Forstena (grupp 4). Därvid beskrives först, koncentrerat, provplats och profil enligt ett bestämt schema, som användes i samband med den ovan nämnda stora sammanställningen av jordprofiler representerande hela Sverige. Därefter behandlas resultaten från vattenhushållningsstudierna. Då årtal angives efter profilebeteckningen hänförs sig detta till uttagningsåret av profilen.

Framläggandet av hela det aktuella materialet på detta sätt kan dock för den allmänne läsaren - eventuellt - ge ett något oordnat, svåråtkomligt intryck och blir därmed föga inspirerande.

## UDDEHOLM NR 1, 1961

### Upplysningar om provplats och provtagning

Provtagningstillfälle: 18.08.1961

Provpaltens läge: Län: Värmland. Egendom: Uddeholm. Koordinater enligt ekonomiska kartan: 6656600/1378880. Läge i terrängen: På östra sidan av Rådasjöns dalgång, ca 100 m söder om gårdens ekonomibyggnader. Fältet sluttar i väster ned mot Rådasjön och begränsas i övrigt av skogbevuxen mark, isälvsavlagringar och morän.

Geologi: Glacigena mjälasediment med regelbunden varvighet. Detta sediment utgör en övergångsform mellan fjordsedimenten (t.ex. i Klarälsdalen) och glacialleran som avsattes i bredare dalgångar.

Gröda vid provtagningen: Vall.

Provtagningens omfattning: Vertikalsnitt: 0-100 cm. Horisontalsnitt (snittplanens djup): 13, 33, 66 och 95 cm. Cylindriska prover: 0-100 cm i 10 cm-lager med 4 paralleller per lager, varav 2 st uttagna med normalcylindrar och 2 st med cylindrar för odling.

### Beskrivning av profilen

Se plansch s. 26 och tab. s. 27 och 28 del 2!

Jordart: Matjord: Måttligt multhaltig, mjälig lättlera. Alv: Moig, mjälig lättlera-mjälig lättlera. Profilen är texturellt mycket likartat uppbyggd med djupet. Mängden ler, fin- och grovmjåla samt mo uppgår i medeltal till 18 %, 34 %, 34 % resp. 11 %.

Struktur: Profilen har enkelkornstruktur. Krympningsmöjligheterna är ringa och därför är spricksystemet svagt utvecklat. Dock finnes ett glest sådant system, som avgränsar jordpelare till ett djup av ca 50 cm. I dessa sprickor är maskfrekvensen rel. hög och växternas rotsystem kan lätt utvecklas i dem. Vidare har dessa sprickor stor betydelse för fältet som helhet vad avser bortförandet av överskottsvatten. Vattengenomsläppligheten är mycket låg i pelarna och de kapillära egenskaperna ytterst starkt uttalade, varför vattenmättnadsgraden är hög under hela året med syrebrist som följd.

Volymförhållanden: Medelporositeten,  $n$ , är till 100 cm djup 41,6 vol.-% - i matjorden 50,3 och i alven 39,5 vol.-%. Den lätt avdränerade vattenmängden är endast 3,7 mm. Vissningsgränsen,  $w_{v,s}$ , har medelvärdet

12,3 vol.-%. För växterna maximalt upptagbart vatten är  $V_n - V_{v,w} = 416,3 - 123,2 = 293,1$  mm. Hela denna stora vattenmängd är dock inte i realiteten växttillgänglig, då möjligheten för rotutveckling, enligt ovan, är liten (syrebrist, mek. motstånd). Vattenförsörjningen sker främst genom kapillärtransport samt genom nederbörd och eventuell bevattning.

Litteratur: Lundqvist 1958, Sandegren 1939, Lundqvist 1957, Wiklert 1972.  
Ek. kartblad: 12D1f.

### Vattenhushållningen i profilen åren 1957-1959

Tabeller och diagram sidorna 29-32 del 2.

Helt dominerande karaktärsdrag i denna profil är de mycket starkt uttalade kapillära vattenrörelserna. Normalt ligger grundvattenytan lägre än 200 cm under större delen av vegetationsperioden. Likväl är mättnadsgraden synnerligen hög även i matjorden, vilket framgår av tabeller och diagram för  $w_{a,f}$  (4:e provtagningen under skärm). Genomluftningen i de ovan nämnda pelarna är sålunda låg med följd att daggmasken inte går ned mot djupet, varigenom inte något kanalsystem uppkommer. Då inte heller något spricksystem finns i pelarna eller kan utbildas i dessa, kan inte rötterna växa djupare än till bearbetningsdjup (Wiklert 1960, 1961). Grödorna blir därmed beroende av nederbörd, bevattning och kapillär vattentransport. På denna provplats är den senare helt dominerande för växternas vattenförsörjning. Det betyder också, att en sådan jord är kall. Hög temperatur får därför stor betydelse för grödans utveckling.

Det bör påpekas, att då skärmen utsattes vid den 2:a provtagningen 1959 den 10.6, var grödan (korn) endast några cm hög. Matjordens ytlager var starkt uttorkat (nederbörden var betydligt under den normala i juni, juli, augusti och september). Grundvattenytan låg djupare än 200 cm (mät-rörets längd). Trots att all nederbörd förhindrades att falla på provrutan under skärmen fram till den 4:e provtagningen, tenderade vattenhalten i matjorden att ligga över vissningsgränsen. Skörden blev visserligen låg, 1900 kg korn/ha, men fenomenet är ytterst intressant.

Då rotdjupet sålunda är ringa på en jord av denna typ p.g.a. syrebrist och mekaniskt motstånd, är det s.k. maximalt upptagbara vattnet, 293 mm, i realiteten inte växttillgängligt. Vissningsgränsen kan i enkelkornjordarna sägas mera utgöra en karakteristik av jordmaterialet än en direkt upp-

lysning om växttillgängliga vattenvolymer.

## FORSTENA NR 1, 1958

### Upplysningar om provplats och provtagning

Provtagningstillfälle: 12.07.1958

Provplatsens läge: Län: Älvsborg. Egendom: Forstena. Koordinater enligt ekonomiska kartan: 6471965/1298860. Läge i terrängen: Ca 30 m norr om kraftledningstransformatorn som ligger ca 50 m nordväst om ladugården. Fältet ligger ca 1 km sydost om Göta älv. Det begränsas i söder och väster av öppna diken samt i öster av en landsväg.

Geologi: Postglacial lera underlagrad av kalkfri glacial lera.

Gröda vid provtagningen: Vårvete.

Provtagningens omfattning: Vertikalsnitt: 0-100 cm. Horisontalsnitt (snittplanens djup): 10, 30, 60 och 90 cm. Cylindriska prover: 0-100 cm i 10 cm-lager med 4 paralleller per lager, varav 2 st uttagna med normalcylindrar och 2 st med cylindrar för odling.

### Beskrivning av profilen

Se plansch s. 60 och tab. s. 61 och s. 62 del 3!

Jordart: Matjord: Mullrik mjälig styv lera. Alv: Mjälig styv lera-mjälig mycket styv lera. Lerhalten är något lägre i matjorden (45 %) än i alven (60 % i genomsnitt). F.ö. är fraktionerna relativt jämna genom profilen. I genomsnitt är halterna finmjäla, grovmjäla, finmo och grovmo 13, 15, 8 resp. 2 %.

Struktur: Profilen har en aggregerad struktur. I matjorden är strukturen grovkokig. De största håligheterna är delvis fyllda med halm. Senaste plöjningsdjup går vid 15 cm. Plogsulan är något förtätad, även om genomsläppligheten för vatten liksom i den ovanliggande matjorden är god. Aggregeringen i alven f.ö. är god. Både det horisontella och vertikala spricksystemet, liksom rot- och maskkanaler, är väl utvecklat, resp. förekommer relativt rikligt genom hela profilen. Genomsläppligheten för vatten är därmed god. Rotutveckling och rotgenomvävning är möjlig till åtminstone 100 cm djup.

Volymförhållanden: Porositeten,  $n$ , är i matjorden ca 50 vol.-%. Efter ett minimivärde på 43,0 vol.-% i lagret 20-30 cm ökar densamma med

djupet. Vissningsgränsen är lägst i matjorden, varefter även den ökar med djupet (jfr lerhalten!). För växterna maximalt upptagbart vatten till 100 cm djup är  $V_n - V_{v,w} = 507,0 - 308,3 = 198,7$  mm. Efter lätt avrinning av 17,8 mm återstår 180,9 mm. Genom den relativt väl utvecklade strukturen och de goda möjligheterna till rotutveckling torde denna vattenmängd även i realiteten vara tillgänglig för grödan. Vattnet är dock enligt  $w_t$ -tabellen genomgående hårt bundet till materialet. - I den mån rotutvecklingen medger finns under 100 cm djup ytterligare växttillgängligt vatten.

Litteratur: Sidenbladh 1870, Lindström 1885.

Ek. kartblad: 8B4j.

### Vattenhushållningen i profilen åren 1957-1959

Tabeller och diagram sidorna 63-66 del 3.

År 1957. Första provtagningen företogs redan den 3 april. Nederbörden hade under mars månad varit hög med 70 mm mot normalt ca 30 och fallit i stort sett under senare hälften av månaden. (Nederbördsstation: Trollhättans flygplats 811.) Grundvattenytan stod på 90 cm djup och profilens mätnadsgrad var hög speciellt i lagret 10-40 cm, vilket tillstånd återkom alla undersökningsåren. Även den låga mätnaden djupare i profilen vid 1:a provtagningen upprepades (se diagrammen).

Detta år odlades havre (Sol II) och den 31 maj, då 2:a provtagningen genomfördes, kunde konstateras att rotsystemet passerat matjorden. Plastskärmen uppsattes. Grundvattenytans djupläge var oförändrat 90 cm. Bortsett från i matjorden var differenserna mellan de aktuella vattenhalterna vid provtagningen den 3.4 och 31.5,  $w_{a,3.4} - w_{a,31.5}$ , obetydliga och vid

summering av dessa i hela lagret 20-100 cm, dvs.  $\sum_{i=10} w_{a,3.4} - w_{a,31.5}$

eller  $V_{a,3.4} - V_{a,31.5}$ , blir mängden ca 9 mm. Denna torde helt kunna tillskrivas en dräneringseffekt. Om matjorden medräknas blir differensen 21 mm. Nederbörden, som föll från den 3.4 uppgick till 69 mm.  $21 + 69 = 90$  mm avgick från profilen genom dränering och evapotranspiration (även ytvattenavrinning).

Nästa provtagning (den 3:e) företogs den 18.7 vid omkring begynnande axgång. Grundvattenytan hade sjunkit till 120 cm. Färska rotdelar iaktogs

på ca 40 cm djup i borrhärnorna, men rötterna hade med säkerhet nått längre (se Wiklert 1960, 1961). Den avgångna vattenmängden från den 31.5 ( $V_{a,31.5} - V_{a,18.7}$ ) är avrundat 53 mm i hela profilen och 26 i lagret 20-100 cm. Detta senare värde kan betraktas som enbart transpiration, men även större delen av vattenhaltsminskningen i matjorden kan tillskrivas denna (se Andersson & Wiklert 1959). Det skulle betyda en aktuell evapotranspiration,  $E_a$ , av 1,1 mm/dygn.

Fram till skörden, då 4:e provtagningen ( $w_{a,f}$ ) företogs den 7.9 avgick ytterligare 60 mm från hela profilen eller 1,2 mm/dygn. Skörden blev 3500 kg/ha (räknat för fältet som helhet) och härför åtgick först och främst  $53 + 60 = 113$  mm, vidare en del av de 21 mm mellan 1:a och 2:a provtagningen samt eventuellt något av nederbörden under denna period och en ej bestämbar men säkert inte oväsentlig mängd från grundvattnet, vars yta låg ganska konstant och på ett djup som ej överskred det möjliga rotdjupet hos havre på jord av detta slag. Observera att  $w_{a,f}$  mycket nära överensstämmer med  $w_{v,s}$  ned till det djup havrens rotsystem är effektivt (Wiklert 1960, 1961).

Utanför skärmen visar den 4:e provtagningen en minskning i profilen av vattenmängden, som uppgår till ca 34 mm sedan den 3.4. Den sammanlagda nederbörden under denna tid var 239 mm eller tillsammans ca 270 mm, som alltså agvick genom evapotranspiration och dränering samt en eventuell ytvattenavrinning. Det är intressant att studera differenserna i kolumnen c-h, dvs. skillnaderna mellan 1:a och 4:e provtagningen (utanför skärm). Till 30 cm djup är dessa negativa, vilket betyder en ökning av vattenhalten. Under 30 cm och ned till 100 cm djup är differenserna positiva - alltså en minskning av vattenhalterna. Nederbörden i augusti var 55 mot normalt 85 (medeltal av åren 1935-1964) och i september fram till provtagningen 12 mm utan några kraftiga regn bortsett från den 10.8 och 25.8, då 17 resp. 11 mm föll. Mycket talar för att nästan all nederbörd under nämnda period fångades upp av vegetationen och övre delen av marken för att avgå genom evapotranspiration.

Den 20.11 gjordes sista borrhärningen före vintern. Sedan den 7.9 hade då fallit ca 215 mm regn. Profilen fylldes därvid med 143 mm vatten (kolumn f-g) och till ungefär samma mättnadsgrad som vid 1:a provtagningen. Resten av nederbörden kan med stor säkerhet antagas nästan helt ha avdränerats. Grundvattenytan steg till 90 cm.

År 1958. Första provtagningen företogs den 25.4. Under mars månad var nederbörden exceptionellt låg eller ca 8 mm mot normalt 30. Även i april var den under den normala eller 30 mot 47 mm. Grundvattenytan låg på 110 cm djup och vattenmättnaden i profilen var likstor med föregående års - 461 resp. 459 mm.

Vårvete (Svenno) odlades och den 18.6 genomfördes 2:a provtagningen. Samtidigt uppsattes skärmen. Nederbörden hade varit något över den normala i maj, 40 mm, men juni var nästan helt regnfri fram till provtagningen. Grundvattenytan hade nu sjunkit till 115 cm. Den avgångna vattenmängden i hela profilen var 44 mm. Därtill kommer nederbörden, 68 mm.  $V_{a,25.4} - V_{a,18.6}$  i lagret 20-100 cm uppgick till 113 mm. Förhållandena var alltså mycket lika det föregående årets vid motsvarande borrhningstillfälle. Den 22.7 utfördes den 3:e provtagningen vid begynnande axgång. Evapotranspirationen visade sig därvid under perioden ha uppgått till ca 43 mm eller 1,2 mm/dygn. Här måste dock antagas att kornets rötter befunnit sig vid grundvattenytan (110 cm djup) sedan en tid före provtagningen, varför nämnda siffra på  $E_a$  utgör ett minimivärde.

4:e borrhningen gjordes den 2.9 (skörd). Endast 8 mm vatten hade ytterligare avgått från hela profilen. Detta är mycket litet vid jämförelse med motsvarande värde för 1957, 60 mm. Under både juli och augusti föll emellertid rikligt med regn - i juli 115 mot normalt 85 och i augusti 107 mot 85 mm. Grundvattenytan sjönk aldrig under 115 cm djup. Detta innebär, att grödan inte behövt utvecklas under någon större stress. Huvudorsaken till den ringa vattenavgången torde dock inte ligga däri, vilket vi också med säkerhet vet. - Den 13.7 föll 24 mm, den 17.7 53, den 1.8 24 mm regn och däremellan var nederbörden från slutet av juni, under hela juli och augusti jämnt fördelad och onormalt riklig. Luftfuktigheten var hög och därmed avdunstningen låg. På grund av provplatsens läge steg vid sådana väderleksförhållanden grundvattenytan periodvis i samband med de kraftiga regnen. De färska, ömtåliga rötterna förstördes därvid under nivån ca 70 cm. Det kunde också konstateras vid 4:e borrhningen, att rottrådarna farit mycket illa på dessa djup. - Trots avskärmning med plastduk till strax under plogsulan kunde givetvis inte grundvattnet påverkas. - Skörden uppgick till 2700 kg/ha. Totala differensen av vattenmängden i profilen under vegetationsperioden blir alltså  $44 + 43 + 8 = 95$  mm. Därtill kommer nederbörden om 65 mm, vilket tillsammans ger en bortgång av 1,2 mm/dygn.



Provtagningen utanför skärm den 2.9 visade ingen som helst minskning (eller förändring) i vattenhalten sedan den 25.4. Detta accentuerar ytterligare det ovan sagda.

Den 26.11 utfördes den sista provtagningen för året, varvid en viss omfördelning av vattnet ägt rum i profilen från den 2.9. Endast 9 mm regn föll i september och även oktober och november var nederbördsfattigare än normalt.

År 1959. Detta år trädades provplatsen. Från maj till september var nederbörden under den normala och vissa månader betydligt under. Trots att ingen gröda odlades på detta skifte sjönk grundvattenytan under 200 cm djup.

1:a provtagning utfördes den 1.4, den 2:a 27.5, då skärmen uppsattes. Därefter gjordes ingen borrhning förrän den 11.8. Differensen  $V_{a,1.4} - V_{a,11.8}$  för 20-100 cm uppgick till endast 0,6 mm. I matjorden sjönk givetvis vattenhalten främst genom direkt avdunstning. Den uppmätta vattenhaltsfördelningen kan sägas vara profilens normala dräneringsjämvikt och är i denna styva jord mycket okänslig för grundvattenytans variationer under 100 cm. Jämnheten av  $V_{a,i}$  i lagret 20-100 cm är också mycket stor eller för de 3 åren 369, 372 resp. 376 mm och på trädan ännu i augusti 375 mm under skärm och 372 utanför (observera den ringa nederbörden!). ( $V_{a,i}$  = den aktuella vattenmängden i ett visst lager vid vegetationsperiodens början.)

Den 24.11 genomfördes ytterligare en provtagning. Trots kraftig nederbörd i oktober förändrades inte vattenhaltsjämvikten i större utsträckning - endast en höjning från 375 till 382 mm för 20-100 cm. Grundvattenytan steg till 110 cm djup.

Slutsatsen som uttalats under rubriken "Volymförhållanden" ovan över grödans möjligheter att utnyttja denna jord ur vattenförsörjningssynpunkt är alltså, som framgår av de 3 årens studier, riktig.

Uppdelning av jordarna ur vattenhushållningssynpunkt med möjlighet i detta avseende till bred analys av olika jordartstyper. - Exemplifieringar.

I det närmast föregående avsnittet beskrives relativt ingående 2 jordar och dessas beteende ur vattenhushållande synpunkt under några aktuella vegetationsperioder. Dessa jordar är i förhållande till varandra helt olika

- en extrem enkelkornjord med starkt uttalade kapillära egenskaper (rotspärr) och en makrostrukturellt väl utvecklad jord men med en normalt högt belägen grundvattenyta (rotspärr).

Beroende på jordarnas texturella och strukturella uppbyggnad och därtill knutna egenskaper kan dessa, i relation till vegetationen, uppdelas i bestämda grupper och i förhållande härtill karakteriseras.

Bakgrunden till den tidigare omnämnda uppdelningen av jordarna i 5 grupper är studier publicerade av Wiklert 1960, 1961, 1962, 1964, 1970 och 1972 till vilka arbeten hänvisas för detaljstudier.

Här påvisas under två rubriker - Textur och struktur samt Textur, struktur och vegetation - endast några få synpunkter och resultat, som kan ge riktlinjer vid studiet av hela det framlagda grundmaterialet.

#### Textur och struktur

Wiklert 1972 skriver: "Marken är ett strukturellt föränderligt system, som påverkas av en rad processer i för vegetationen gynnsam eller inte gynnsam riktning. Hur stark påverkan blir beror på intensiteten i processerna (strukturaktiviteten), systemets förmåga att svara på dessa (strukturkapaciteten) och på den möjliga varaktigheten av en förändring (strukturstabiliteten)." Där preciseras (med hänvisningar) vidare begreppen sprickor-spricksystem, kanaler-kanalsystem samt porösa system (jordarnas) yttre och inre egenskaper. De grundläggande principerna av olika processers påverkan på jordar framställs i stiliserad form i nämnda uppsats fig. 1 och beskrivs s. 3-4 samt tidigare av Wiklert 1962.

I denna uppsats utvidgas principdiagrammet över jordarnas strukturutveckling i fig. 2, så att inte endast aggregerade jordar berörs utan även jordar med enkelkornstruktur - diagrammet är vad gäller jordarnas struktur, uppbyggnad i rymden, så långt möjligt helt täckande. Någon detaljdiskussion skall här inte göras (hänvisning till tidigare publiceringar), men det bör påpekas, att de antydningar till kanal- och spricksystem som uttalas i detta diagram både för enkelkornjordar och aggregerade jordar bygger på laboratorie- och fältmässiga mätningar och observationer (primära och sekundära porsystem av olika typ och ordning samt dessa systems kvalitet; publicering senare i serien "Studier av de odlade jordarnas struktur").

De 26 studerade provplatserna kan alltså uppdelas helt logiskt i 5 grupper. Uppdelningen kan då inte göras enbart från textuell och strukturell synpunkt, utan även grundvattenytans djupläge och förändring under vegetationsperioden måste bli avgörande för denna uppdelning.

Medeltal för tätheten,  $\rho$ , torra volymvikten,  $\rho_t$ , medeldiametern (väg-

da medeldiametern =  $\frac{\sum \Delta y_p \cdot d_{p,1} \times d_{p,2}}{100}$ , där  $\Delta y_p$  = procentuella andelen av fraktionen med gränserna  $d_{p,1}$  och  $d_{p,2}$ ) för primärpartiklar,  $d_{p,m}$ , och makroaggregat,  $d_{M,m}$ , vattenpermeabiliteten,  $k$ , porositeten,  $n$ , strukturella vissningsgränsen,  $w_{v,s}$ , för växterna maximalt upptagbara vattenmängden (-halten),  $w_{u,m}$ , samt vattenhalterna vid vattenavförande tryck av 150 resp. 1,0 m v.p. är sammanställda i tabellerna 2-6 för de 5 olika jordartsgrupperna tillsammans med spridningsmått (standardavvikelsen för små material). Härigenom ges möjligheter till en uppfattning av homogeniteten inom grupperna. Som väntat är denna homogenitet stor (spridningen liten) vad gäller framförallt tätheten och i viss utsträckning även torra volymvikten. I övrigt är spridningen stor men icke desto mindre intressant - den ger nämligen (rätt tolkad) upplysning om den aktuella strukturens på provplatsen utbildning, variation och kondition.

#### Textur, struktur och vegetation

Tabell 8 s. 30-32 utgör en sammanställning över förändringarna i vatteninnehåll under de aktuella vegetationsperioderna hos de i undersökningen ingående jordarnas lager 0-200 och 20-200 cm under skyddsskärm med de angivna grödorna och för de olika provtagningsperioderna. Till de avgångna vattenmängderna mellan 1:a och 2:a provtagningen summeras även nederbörden under nämnda period, enär skärmen uppsattes först vid den 2:a borrningen. Värdena för nederbörd, vilka erhållits från den i förhållande till provplatsen närmast belägna nederbördsstationen är ytterst osäkra med tanke på de normalt mycket stora lokala spridningarna som förefinnes även inom små områden.

Den avgångna vattenmängden utgör en summering av avdunstning, transpiration, dränering och ytvattenavrinning. Hela vattenvolymen som avgått under skärm mellan 2:a och 4:e provtagningen kan betraktas som evapotranspiration och till och med, framförallt för jordgrupp 2, som enbart transpiration (se bl.a. Andersson & Wiklert 1959).

De bortförda (transpiration) vattenmängderna, vad gäller grupp 2, mellan

provtagning 2 och 4, dvs. mellan den tidpunkt då de vårsådda grödornas rotsystem just passerat matjordsdjup och skörden, visas i följande tabellariska sammanfattning med medeltal för olika grödor - mm, mm/dygn och avkastning i kg/ha (vall - lufttorkad).

Gröda	Vattenbortgång		Skörd kg/ha
	mm	mm/dygn	
Havre	86	1.1	2900
Korn	112	1.2	2950
Vårvete	107	1.4	2800
Höstvete	165	1.9	4800
Ärter	84	1.0	2150
Höstraps+höstrybs	130	2.0	2100
Kålrot	135	1.3	—
Vall (rödklöver)	153	2.4	5200

Diagrammen figurerna 3-5 visar bortförda vattenmängder från aggregerade och väl dränerade jordar (grupp 2), varvid förhållandena är väldefinierade och sålunda de i diagrammen avsatta värdena med relativt stor säkerhet kan sägas visa storleken av enbart transpirationen.

De övre deldiagrammen i varje sådan figur anger relationen mellan tid och summerade bortförda vattenmängder. Avsättningarna och de sammanbindande kurvorna avser lagren 0-100 och 100-200 cm. De nedre deldiagrammen är motsvarande frekvenskurvor. Histogrammen anger bortförda vattenmängder för 10-dagarsperioder och även här göres en uppdelning i lagren 0-100 och 100-200 cm.

För jordarna grupp 2 kan resultaten över de bortförda vattenmängderna återges, liksom ovan, i form av summationskurvor och frekvenskurvor men beräknade som mättnadsprocent. Vattenhalterna beräknas enligt följande om mättnadsprocenten = s

$$s = 100 \frac{w_a - w_{v,s}}{n - w_{v,s}}$$

där  $w_a$  = aktuell vattenhalt,  $w_{v,s}$  = strukturell vissningsgräns och  $n$  = porositet (vol.-%). Om  $w_a = n$  blir  $s = 100$  (bindningstrycket = 0) och om  $w_a = w_{v,s}$  blir  $s = 0$  (bindningstrycket = det maximalt möjliga vattenavförande trycket hos växten eller ungefär 150 m v.p.): Medeltalsberäkningar kan då göras på flera likartade profiler över upptorkningsförlöppen för olika grödor under skärmarna och bör kunna karakterisera en

viss växts möjligheter att utnyttja en bestämd jord och dess vattenmagasin.

Diagrammen figurerna 6-8 återger sådana beräkningar för havre, korn, höstvete, höstraps-höstrybs och vall (rödklöver). Medeltal är beräknade för alla de i grupp 2 ingående provplatserna.

Klara skillnader och för de olika här medtagna arterna karakteristiska sådana framkommer därvid, som bl.a. ger en antydning om dessa arters olikheter vad avser torktolerans. Med förbättrade analysmetoder bör även torktoleransen hos olika sorter och relationen mellan denna och bl.a. patologiska förhållanden och växtnäringsförhållanden kunna fastläggas. Sådana analysmetoder är under utarbetande.

Diagrammen figurerna 9-11 visar upptorkningsförloppen beräknade som mättnadsprocent på samma sätt som ovan angivits. Medeltal är beräknade för alla i grupp 2 ingående provplatserna för dels träda, dels havre, korn, vårvete, höstvete, höstraps-rybs resp. vall (rödklöver). Tolkningen av dessa diagram kan direkt parallelliseras med diagrammen över de enskilda aktuella upptorkningsförloppen. - Här blir de olika grödornas speciella karaktärsdrag vad gäller sambandet jord-vatten-växt ytterst påtagliga med t.ex. vårgrödornas successiva utnyttjande av vattenmagasinet mot djupet under vegetationsperioden, de övervintrande grödornas höstrotzon och de osmotiska olikheterna mellan arterna. Vidare bör påpekas att  $s = 0$  motsvarar  $w_{v,s}$ . För höstvete och vall blir slutvattenhalten,  $s_f$ , mindre än 0. Om beräkningen gjordes utifrån  $w_{v,t}$ , dvs. den texturella vissningsgränsen, skulle  $s_f$  med blott små variationer sammanfalla med denna inom höstrotzonen för dessa båda grödor (se Wiklert 1961, 1962, 1964).

Slutligen sammanfattas resultaten i ett principdiagram, som tidigare publicerats (Wiklert 1962) men här något, och ytterst väsentligt, förändrats, varvid en mera pedagogisk form erhållits med direkt anknytning till principdiagrammet figur 2.

Tabell 1. Översikt av dels provplatsernas beteckningar och geografiska lägen dels jordarnas på dessa platser geologiska och textu-  
rella karaktär. (Sidohänvisningar till grundmaterialet i delarna 2 och 3 anges.)

Provplats Län	Nr på kartan	Koordinater enl. ekon. kartan	Geologisk karaktärisering	Jordartskaraktärisering i matjord	Jordartskaraktärisering i alv	Sidohänvis- ningar
<u>Jordar med enkelkornstruktur; rotspärr; sand - mjäla</u>						
Nontuna nr 2 Uppsala	1	6633980/1605320	Postglaciala sand- och lersediment	Mullfattig, lerig, mo- ig sand	Moig sand - mycket styv lera	3-11, del 2
Älvgården Kopparberg	17	6692320/1513230	Älvsediment av mo- och mjälamaterial	Måttligt mullhaltig, lerig, mjälig mo	Lerig, mjälig mo	12-18, del 2
Lindesnår Värmland	14	6600540/1353655	Glaciala mo-mjäla- sediment	Måttligt mullhaltig, lerig, mjälig mo	Lerig, mjälig mo - moig, mjälig mellan- lera	19-25, del 2
Uddeholm Värmland	16	6656600/1378880	Glaciala mjälasedi- ment, regelb. var- vighet	Måttligt mullhaltig, mjälig lättlera	Moig, mjälig lätt- lera - mjälig lätt- lera	26-32, del 2
<u>Jordar med aggregatstruktur; ingen rotspärr; mellanleror - styva leror</u>						
Ultuna nr 1 Uppsala	1	6634050/1603590	Postglaciala - gla- ciala lersediment	Mullfattig, moig, mjälig styv lera	Moig, mjälig styv le- ra - mycket styv lera	34-43, del 2
Ultuna nr 2 Uppsala	1	6634100/1603630	Postglaciala - gla- ciala lersediment	Mullfattig, mjälig, moig styv mellanlera	Moig, mjälig styv lera - mycket styv lera	44-53, del 2
Ultuna nr 3 Uppsala	1	6633790/1603510	Postglaciala - gla- ciala lersediment	Något mullhaltig, mo- ig, mjälig styv mel- lanlera	Mycket styv lera - mjä- lig styv lera	54-63, del 2
Ultuna nr 4 Uppsala	1	6634850/1603770	Postglaciala - gla- ciala lersediment	Mullfattig, sandig, mjälig, moig styv lera	Mjälig mycket styv lera	64-73, del 2
Ultuna nr 7 Uppsala	1	6635250/1603210	Glaciala lersediment	Mullfattig, sandig, mjälig, moig styv lera	Mjälig styv lera - moig, 74-83, del 2 mjälig styv lera	74-83, del 2
Marsta Uppsala	2	6646550/1600020	Postglaciala - gla- ciala lersediment	Något mullhaltig, mo- ig, mjälig styv mel- lanlera	Mjälig, moig styv mellan- lera	84-90, del 2
Vallby Södermanland	4	6588205/1542710	Postglaciala - gla- ciala lersediment	Något mullhaltig, mjä- lig styv lera	Mjälig mycket styv lera - moig, mjälig styv lera	91-97, del 2

Tabell 1, forts.

Provplats Län	Nr på kartan	Koordinater enl. ekon. kartan	Geologisk karakterisering	Jordartskarakterisering i matjord	Jordartskarakterisering i alv	Sidohänvis- ningar
Gunnarstorp Skaraborg	8	6471240/1322930	Glaciala lersedi- ment	Måttligt mullhaltig, moig, mjälig styv lera	Moig, mjälig styv lera	98-103, del 2
Lanna Skaraborg	10	6472340/1342765	Glaciala lersedi- ment	Måttligt mullhaltig, moig, mjälig styv mel- lanlera	Moig, mjälig styv lera - moig, mjälig mycket styv lera	104-110, del 2
<u>Jordar med aggregatstruktur; rotspärr; lättlorer - mellanlorer</u>						
Bro Göteborgs- o Bohus	12	6479915/1258880	Postglaciala - gla- ciala ler-mjälä-mo- sandsediment	Mullfattig, mjälig, moig lättlera	Moig, mjälig styv lera - sandig, mjälig, moig lätt- lera	3-11, del 3
Tingvall Göteborgs- o Bohus	13	6520580/1253650	Glaciala ler-mjälä- mosediment	Måttligt mullhaltig, mjälig, moig lättlera	Mjälig, moig lättlera	12-18, del 3
Apertin Värmland	15	6602440/1363225	Postglaciala - gla- ciala ler-mjälä-mo- sediment	Måttligt mullhaltig, mjälig, moig lättlera	Moig, mjälig lättlera	19-25, del 3
Kloster Kopparberg	18	6694790/1518510	Glaciala ler-mjälä- sediment	Måttligt mullhaltig, mjälig lätt mellanlera	Mjälig, styv mellanlera	26-31, del 3
<u>Jordar med aggregatstruktur; rotspärr; styva leror</u>						
Edeby Södermanland	3	6592180/1553920	Postglaciala - gla- ciala lersediment	Måttligt mullhaltig, mjälig styv lera	Mjälig mycket styv lera - mjälig styv lera	33-39, del 3
Vrå Nolgården Skaraborg	5	6501730/1400340	Postglaciala - gla- ciala lersediment	Måttligt mullhaltig, mjälig styv lera	Mysket styv lera	40-46, del 3
Ryholm Skaraborg	6	6494595/1409200	Kärrtorv - postgla- ciala - glaciala lersediment	Mysket mullrik mjälig, moig lätt mellanlera	Moig, mjälig styv lera - mjälig mycket styv lera	47-53, del 3
Gammalstorp Skaraborg	7	6474500/1392780	Postglaciala - gla- ciala ler-mjäläse- diment	Något mullhaltig, mjä- lig lätt mellanlera	Mjälig mellanlera - mjä- lig styv lera	54-59, del 3
Forstena Älvsborg	11	6471965/1298860	Postglaciala - gla- ciala lersediment	Mullrik, mjälig styv lera	Mjälig styv lera - mjälig mycket styv lera	60-66, del 3

Tabell 1, forts.

Provplats Län	Nr på kartan	Koordinater enl. ekon. kartan	Geologisk karakterisering	Jordartskarakterisering i matjord	Sidohänvis- ningar	
Jordar med enkelkorn- eller aggregatstruktur, varierande med djupet						
Ultuna nr 5 Uppsala	1	6634940/1603880	Utsvämmad sand o. mo - postglaciala lersediment - gla- ciäluviaia sand-mo- sediment	Något mullhaltig, mo- ig, sandig lättlera	Moig, sandig lättlera - moig, styv lera - lerig, moig sand	68-72, del 3
Ultuna nr 6 Uppsala	1	6635180/1603200	Utsvämmad, postgla- cialt, sand o. mo - glaciala lersediment	Mullfattig, lerig, sandig mo	Lerig, sandig mo - moig lättlera - mjällig styv lera	73-79, del 3
Nontuna nr 1 Uppsala	1	6633860/1605320	Postglaciala - gla- ciala sand-mo-ler- sediment	Mullfattig, lerig, sandig mo	Lerig, sandig mo - sandig, moig lättlera - moig, mjä- lig styv lera	80-88, del 3
Djupedal Skaraborg	9	6481605/1340935	Glaciäluviaia mose- diment - glaciala lersediment	Något mullhaltig, le- rig mo	Lerig, mjällig mo - moig, mjällig styv lera	89-95, del 3



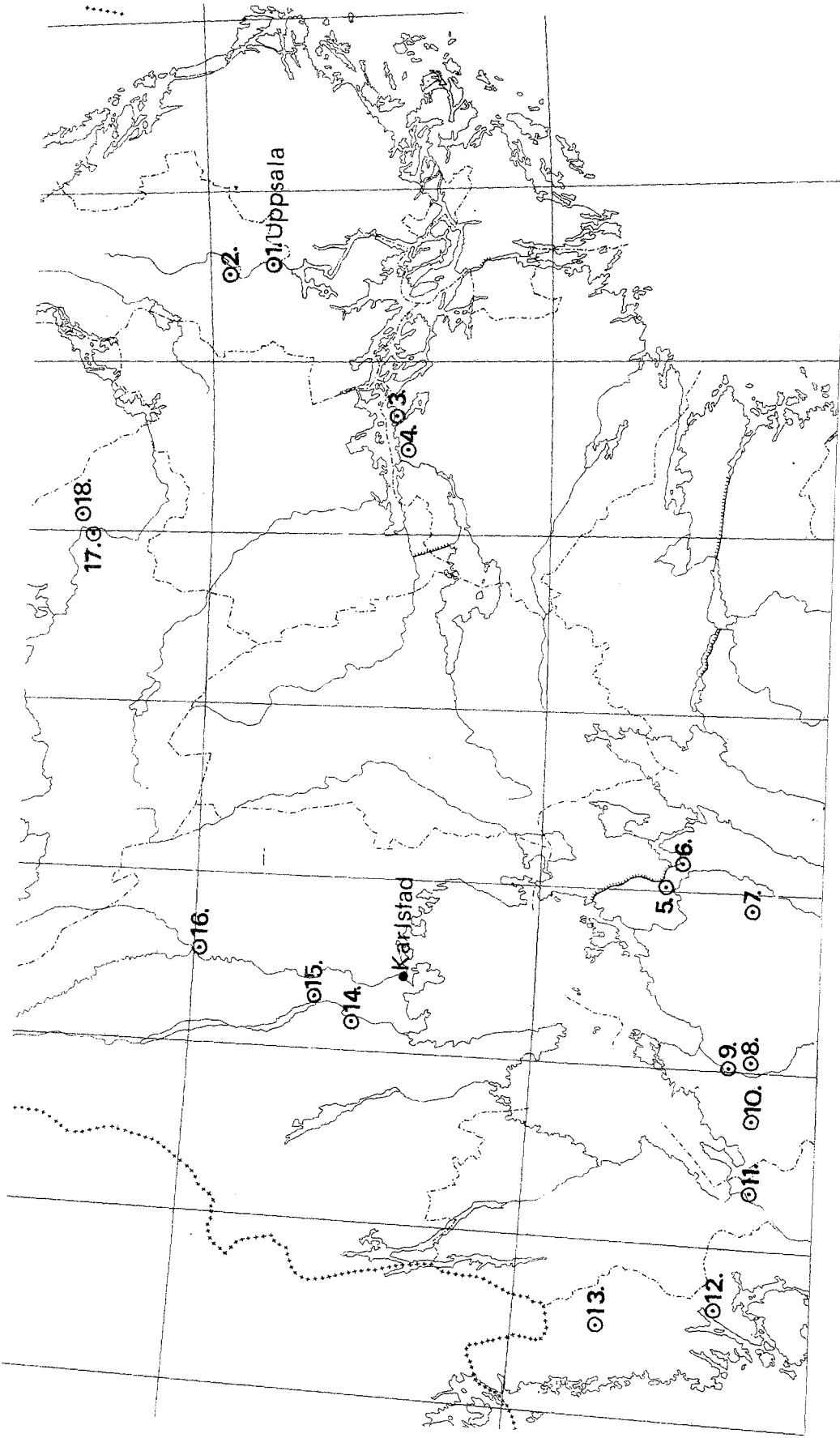


Fig. 1.

# STRUKTURPÅVERKAN

genom olika processer

← Fysikaliska + Kemiska + Biologiska + Odlingssåtgärder →

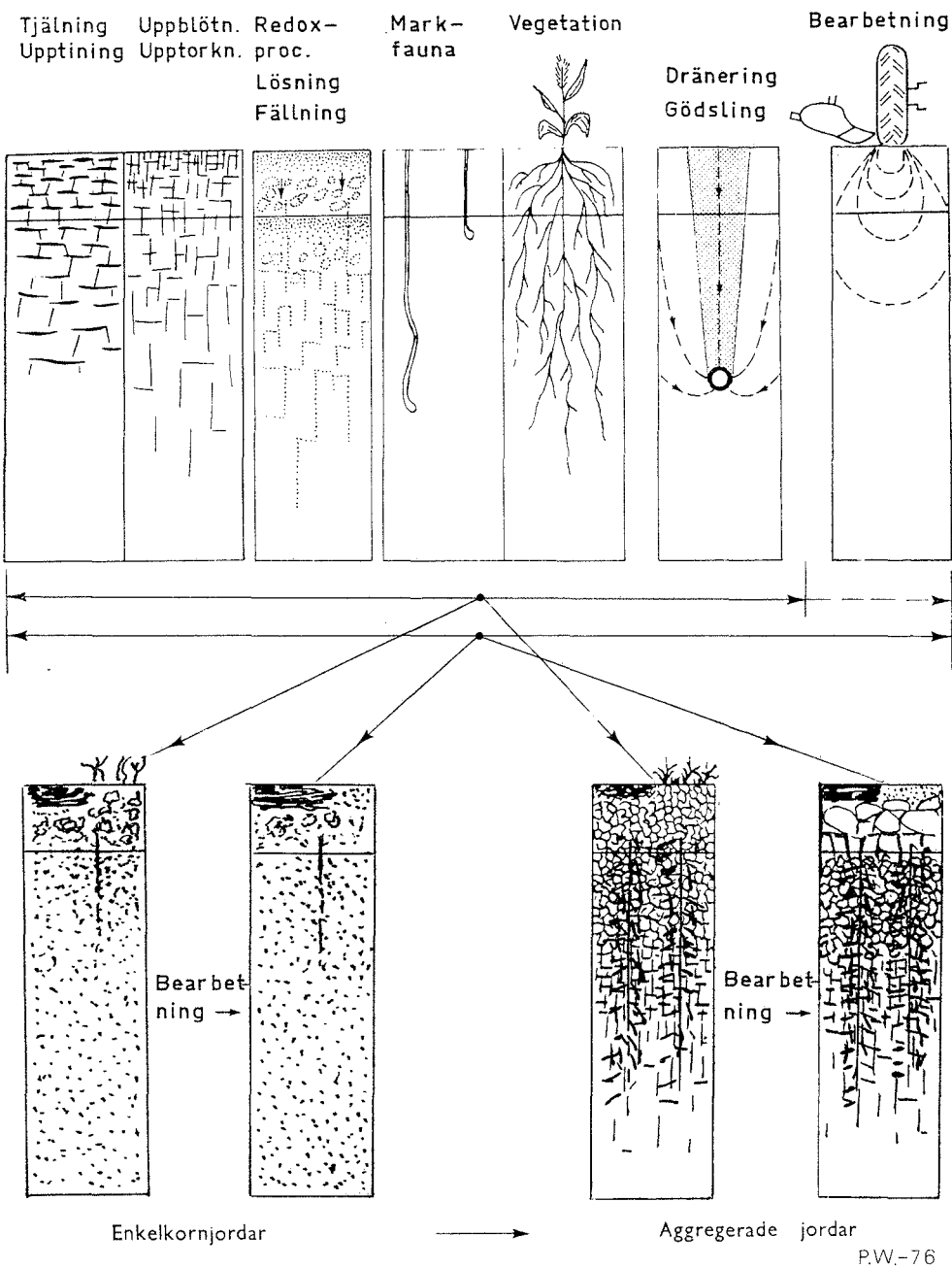


Fig. 2.

Tabell 2. Sammanställning av medeltal för vissa grundläggande fysikaliska data hos de i undersökningen ingående jordarna med enkelkornstruktur; sand-mjåla.

Lager cm	Täthet $\rho$ g/cm <sup>3</sup>	Vol.vikt $\gamma_t$ g/cm <sup>3</sup>	Medeldiameter		Vattenperm. k cm/tim	Porositet n vol.-%	Str.vissn. gräns $w_{v,s}$ vol.-%	Max.upptag- bart vatten $w_{u,m}$ vol.-%	Vattenhalt vid $h_t, 150$ m v.p. $w_t, 150$ vol.-%	
			$d_{p,m}$ mm	$d_{M,m}$ mm					$h_t, 150$ m v.p. $w_t, 150$ vol.-%	vid $h_o = 1.0$ m $w_{dr, 1.0}$ vol.-%
0-10	2.61±0.044	1.34±0.103	0.148±0.2264	-	7.8±14.2	48.8± 3.10	8.8± 2.83	40.0± 2.59	7.0± 2.59	37.7±13.75
10-20	2.61±0.041	1.35±0.096	0.143±0.2226	-	11 ±20.1	48.3± 2.88	8.9± 2.93	39.4± 2.12	6.9± 2.45	38.4±13.72
20-30	2.66±0.022	1.46±0.109	0.161±0.2533	-	24 ±46.5	45.1± 4.21	8.1± 3.72	37.0± 6.74	4.3± 1.29	36.6±11.78
30-40	2.68±0.017	1.50±0.135	0.169±0.2680	-	30 ±53.6	44.0± 4.97	6.3± 3.06	37.7± 6.57	3.6± 1.70	33.5±14.24
40-50	2.69±0.032	1.50±0.193	0.166±0.2672	-	29 ±54.2	44.2± 6.65	7.5± 4.50	36.7±10.09	4.3± 1.97	30.9±16.13
50-60	2.69±0.026	1.49±0.243	0.164±0.2712	-	25 ±41.3	44.7± 8.57	7.4± 4.55	37.3±11.30	4.7± 2.84	31.3±16.53
60-70	2.69±0.021	1.48±0.189	0.161±0.2698	-	16 ±30.0	45.2± 6.64	9.3± 5.96	35.9±11.13	5.8± 3.52	32.8±15.31
70-80	2.69±0.016	1.54±0.156	0.155±0.2550	-	3.8± 5.2	43.0± 5.51	8.9± 5.17	34.1±10.02	5.2± 2.56	35.8± 7.99
80-90	2.70±0.017	1.52±0.106	0.146±0.2424	-	1.8± 2.4	43.6± 3.64	9.1± 4.86	34.5± 8.03	4.9± 2.57	39.0± 3.62
90-100	2.69±0.022	1.53±0.098	0.150±0.2502	-	4.4± 7.2	43.2± 3.28	8.4± 3.96	34.8± 7.13	5.1± 2.84	40.4± 3.73
105-115	2.69±0.020	1.53±0.081	0.200±0.2731	-	13 ± 5.1	43.2± 2.63	7.3± 4.47	36.0± 7.08	4.5± 3.16	43.2± 2.63
125-135	2.69±0.020	1.53±0.067	0.203±0.2522	-	1.8± 2.0	43.0± 2.12	8.0± 4.91	35.0± 6.99	5.0± 3.94	43.0± 2.12
145-155	2.69±0.021	1.54±0.050	0.201±0.2318	-	1.0± 1.0	42.8± 1.46	7.1± 4.46	35.8± 5.92	4.6± 3.43	42.8± 1.46
165-175	2.70±0.031	1.35±0.267	0.072±0.0818	-	6.3±10.4	49.9±10.19	15.3±13.73	34.5± 6.47	11.6±10.79	49.9±10.19
185-195	2.71±0.034	1.32±0.334	0.078±0.1110	-	1.9± 1.7	51.0±12.73	15.7±14.89	35.4± 5.52	12.5±12.75	51.0±12.73
Medeltal för vissa lager										
0-20	2.61±0.042	1.34±0.099	0.145±0.2245	-	8.9±16.71	48.5± 2.96	8.9± 2.87	39.7± 1.77	6.9± 2.50	38.1±13.74
20-100	2.69±0.020	1.50±0.138	0.159±0.2596	-	5.5± 9.28	44.1± 4.83	8.1± 4.36	36.0± 8.46	4.7± 2.23	35.0±10.81
100-200	2.70±0.023	1.46±0.143	0.151±0.1395	-	1.9± 2.25	46.0± 5.32	10.7± 6.12	35.3± 5.81	7.6± 4.87	46.0± 5.32

Tabell 3. Sammanställning av medeltal för vissa grundläggande fysikaliska data hos de i undersökningen ingående jordarna med aggregatstruktur; ingen rotspärr; mellanlorer-styva leror.

Lager cm	Täthet $\rho$ g/cm <sup>3</sup>	Vol.vikt $\gamma_t$ g/cm <sup>3</sup>	Medeldiameter		Vattenperm. k cm/tim	Porositet n vol.-%	Str.vissn. gräns $w_{v,s}$ vol.-%	Max.upptag- bart vatten $w_{u,m}$ vol.-%	Vattenhalt vid	
			$d_{p,m}$ mm	$d_{M,m}$ mm					$h_{t,150}$ m v.p. $w_{t,150}$ vol.-%	vid $h_o=1.0$ m $w_{dr,1.0}$ vol.-%
0-10	2.63±0.035	1.37±0.128	0.056±0.0306	12.9±1.86	13 ± 25.7	48.1±4.42	19.5±3.94	28.5±3.94	18.7±3.55	39.0±3.13
10-20	2.63±0.039	1.38±0.129	0.049±0.0248	14.4±3.76	20 ± 37.2	47.8±4.43	20.3±2.85	27.5±4.81	19.2±3.73	39.2±3.16
20-30	2.68±0.025	1.48±0.093	0.040±0.0187	12.2±4.54	10 ± 14.1	44.7±3.58	23.7±3.62	21.0±2.70	21.4±4.43	39.9±3.87
30-40	2.72±0.032	1.45±0.066	0.024±0.0170	7.4±2.65	36 ± 44.3	46.7±2.86	26.4±4.20	20.3±2.13	26.3±6.23	40.8±5.00
40-50	2.73±0.026	1.43±0.048	0.018±0.0125	5.5±1.59	63 ± 57.8	47.6±2.12	27.5±3.15	20.1±2.01	27.2±5.31	41.3±5.71
50-60	2.74±0.020	1.43±0.040	0.019±0.0157	5.8±0.94	70 ± 92.6	47.6±1.75	28.6±4.57	18.9±3.52	26.9±4.57	41.9±4.69
60-70	2.74±0.016	1.43±0.043	0.015±0.0109	6.5±1.02	77 ± 63.3	47.9±1.71	29.8±4.73	18.1±4.05	28.1±4.84	42.5±4.65
70-80	2.74±0.019	1.45±0.058	0.014±0.0137	7.6±1.59	170 ±248.4	47.0±2.25	30.2±4.61	16.8±4.56	28.8±5.64	43.0±3.85
80-90	2.74±0.017	1.46±0.068	0.014±0.0083	10.4±2.38	119 ±204.2	46.9±2.54	30.9±4.16	16.0±4.45	29.3±4.68	43.0±3.22
90-100	2.74±0.018	1.46±0.061	0.012±0.0096	13.2±3.32	64 ± 82.0	46.7±2.43	31.8±4.46	14.9±4.36	29.0±4.23	44.7±2.38
105-115	2.75±0.019	1.46±0.062	0.012±0.0106	12.3±3.72	27 ± 33.1	46.8±2.32	33.1±4.52	13.7±4.06	30.8±4.64	46.8±2.32
125-135	2.75±0.021	1.43±0.086	0.013±0.0118	13.9±3.85	21 ± 19.4	48.0±3.30	34.5±5.52	13.4±3.95	31.4±6.32	48.0±3.30
145-155	2.75±0.036	1.37±0.127	0.009±0.0057	14.4±4.28	72 ±144.4	50.1±4.80	37.7±3.61	12.4±2.87	34.1±3.70	50.1±4.80
165-175	2.75±0.029	1.37±0.134	0.012±0.0077	14.0±3.81	2.4± 4.3	50.3±4.98	37.9±3.26	12.5±5.05	33.2±3.35	50.3±4.98
185-195	2.74±0.024	1.34±0.175	0.011±0.0115	14.0±5.06	5.1± 7.0	51.1±6.43	35.9±5.39	15.2±5.18	31.2±4.38	51.1±6.43
Medeltal för vissa lager										
0-20	2.63±0.037	1.37±0.125	0.053±0.0272	13.9±1.93	1.1± 1.49	47.9±4.29	19.9±2.08	28.0±3.98	19.0±3.61	39.1±3.13
20-100	2.73±0.020	1.45±0.038	0.020±0.0096	8.6±1.47	4.9± 6.44	46.9±1.64	28.6±3.78	18.3±3.05	27.1±4.31	41.5±4.26
100-200	2.75±0.025	1.39±0.103	0.010±0.0042	13.5±4.13	3.7± 6.54	49.3±3.86	35.8±3.44	13.4±3.51	32.1±3.87	49.3±3.86

Tabell 4. Sammanställning av medeltal för vissa grundläggande fysikaliska data hos de i undersökningen ingående jordarna med aggregatstruktur; rotpärr; lättlor-mellanlor.

Lager cm	Täthet $\rho$ g/cm <sup>3</sup>	Vol.vikt $\gamma_t$ g/cm <sup>3</sup>	Medeldiameter		Vattenperm. k cm/tim	Porositet n vol.-%	Str.vissn. gräns $w_{v,s}$ vol.-%	Max.upptag- bart vatten $w_{u,m}$ vol.-%	Vattenhalt vid	
			$d_{p,m}$ mm	$d_{M,m}$ mm					$h_{t,150}$ m v.p. $w_{t,150}$ vol.-%	vid $h_o=1.0$ m $w_{dr,1.0}$ vol.-%
0-10	2.61±0.017	1.29±0.064	0.048±0.0118	5.6±4.08	3.3 ± 2.6	50.7±2.31	13.3±0.59	37.4±2.58	12.0± 2.20	41.2±1.92
10-20	2.61±0.018	1.34±0.133	0.045±0.0106	10.6±7.82	14 ±27.8	48.7±4.88	13.9±6.32	34.8±6.32	12.7± 2.38	41.3±2.84
20-30	2.66±0.033	1.44±0.126	0.037±0.0150	4.3±1.77	3.5 ± 2.9	46.0±4.18	16.7±3.90	29.3±7.69	13.6± 3.20	38.2±3.28
30-40	2.69±0.026	1.52±0.153	0.034±0.0194	7.9±0.73	3.1 ± 3.8	43.7±5.20	19.1±5.27	24.6±7.75	15.8± 6.67	36.4±4.67
40-50	2.70±0.034	1.53±0.134	0.034±0.0241	6.3±4.02	12 ±18.3	43.5±4.40	19.4±7.82	24.1±9.79	16.5± 8.56	37.3±5.04
50-60	2.71±0.020	1.59±0.070	0.029±0.0108	10.4±0.21	4.5 ± 4.5	41.3±2.12	21.8±6.66	19.5±6.15	19.4± 6.01	37.2±2.63
60-70	2.72±0.027	1.60±0.118	0.045±0.0246	10.4±0.91	2.2 ± 2.5	41.2±4.82	24.6±2.53	16.6±2.29	20.6± 1.24	36.4±2.24
70-80	2.74±0.055	1.59±0.154	0.043±0.0367	11.7±4.85	12 ±23.8	42.0±6.65	24.4±8.15	17.6±4.48	20.9± 7.29	38.8±5.24
80-90	2.72±0.022	1.57±0.123	0.052±0.0403	11.7±4.51	2.1 ± 2.5	42.2±4.92	20.3±7.88	22.0±7.04	17.7±10.60	41.1±4.31
90-100	2.72±0.021	1.62±0.133	0.050±0.0355	12.3±3.05	3.9 ± 5.6	40.5±5.20	21.3±6.77	19.2±7.47	16.7± 7.97	39.0±4.61
105-115	2.72±0.015	1.52±0.173	0.047±0.0378	12.1±3.33	7.9 ± 5.0	44.0±6.64	22.1±4.34	21.9±8.29	14.8± 3.53	44.0±6.64
125-135	2.72±0.017	1.50±0.220	0.051±0.0411	13.8±4.97	12 ±19.6	44.8±8.18	19.2±5.20	25.6±9.03	14.3± 4.81	44.8±8.18
145-155	2.72±0.021	1.61±0.096	0.063±0.0373	14.4±7.16	0.73 ± 1.0	40.9±3.82	20.4±6.41	20.5±2.71	17.2± 4.59	40.9±3.82
165-175	2.71±0.007	1.61±0.000	0.087±0.0120	7.1±0.19	0.30 ± 0.4	40.5±0.14	17.0±0.57	23.5±0.42	13.2± 0.42	40.5±0.14
185-195	2.71±0.007	1.62±0.042	0.084±0.0043	6.9±0.93	0.034± 0.0	40.1±1.41	14.1±4.03	26.1±2.62	10.9± 2.62	40.1±1.41
Medeltal för vissa lager										
0-20	2.61±0.017	1.31±0.097	0.046±0.0111	8.1±5.27	2.6 ± 4.15	49.7±3.55	13.6±1.17	36.1±4.39	12.3± 2.28	41.2±2.36
20-100	2.71±0.011	1.56±0.107	0.040±0.0160	9.4±1.72	1.8 ± 3.38	42.5±3.88	20.9±3.30	21.6±5.75	17.6± 4.27	38.2±2.92
100-200	2.71±0.012	1.64±0.007	0.081±0.0226	9.7±2.92	0.077± 0.05	39.4±0.52	17.3±1.02	22.2±0.49	13.1± 0.44	39.4±0.52

Tabell 5. Sammanställning av medeltal för vissa grundläggande fysikaliska data hos de i undersökningen ingående jordarna med aggregatstruktur; rotpärr; styva leror.

Lager cm	Täthet $\rho$ g/cm <sup>3</sup>	Vol.vikt $\gamma_t$ g/cm <sup>3</sup>	Medeldiameter		Vattenperm. k cm/tim	Porositet n vol.-%	Str.vissn. gräns $w_{v,s}$ vol.-%	Max.upptag- bart vatten $w_{u,m}$ vol.-%	Vattenhalt vid	
			$d_{p,m}$ mm	$d_{M,m}$ mm					$h_{t,150}$ m v.p. $w_{t,150}$ vol.-%	vid $h_o=1.0$ m $w_{dr,1.0}$ vol.-%
0-10	2.55±0.165	1.09±0.149	0.036±0.0253	9.1±3.08	8.2± 13.7	57.3±4.26	21.4±6.02	35.9± 9.05	21.3±6.39	44.0±3.85
10-20	2.57±0.131	1.18±0.174	0.036±0.0239	11.8±2.46	43 ± 61.9	54.2±5.67	24.3±7.14	30.0±10.56	23.3±6.06	45.5±1.93
20-30	2.72±0.031	1.44±0.093	0.022±0.0215	11.4±2.92	3.0± 4.4	46.9±3.66	27.7±5.97	19.2± 5.65	26.9±6.20	45.3±3.81
30-40	2.74±0.034	1.40±0.093	0.018±0.0162	10.2±3.97	94 ±199.0	48.9±3.88	30.4±4.25	18.6± 2.68	28.9±4.73	44.7±5.29
40-50	2.76±0.020	1.34±0.094	0.015±0.0105	9.5±2.40	158 ±210.2	51.5±3.67	32.5±3.78	19.0± 1.30	30.7±2.90	47.0±4.93
50-60	2.76±0.019	1.32±0.122	0.020±0.0158	13.1±3.15	154 ±333.1	52.2±4.49	33.9±4.11	18.2± 0.47	31.7±3.54	48.1±3.95
60-70	2.77±0.026	1.27±0.108	0.015±0.0130	9.5±2.61	7.6± 11.6	54.1±4.08	36.8±3.96	17.3± 1.79	33.1±1.65	50.1±5.06
70-80	2.77±0.029	1.28±0.122	0.012±0.0090	10.3±3.08	246 ±511.6	54.0±4.50	37.6±2.61	16.3± 2.54	32.6±2.98	50.0±4.31
80-90	2.77±0.029	1.28±0.105	0.011±0.0082	11.1±2.83	36 ± 41.1	53.8±3.78	36.7±3.17	17.1± 2.77	32.8±2.72	51.0±4.54
90-100	2.77±0.024	1.26±0.113	0.010±0.0091	9.9±3.22	14 ± 18.5	54.6±4.24	37.4±4.78	17.2± 3.05	31.4±3.03	52.5±4.54
105-115	2.77±0.001	1.17±0.113	0.004±0.0023	10.2±4.94	26 ± 14.8	57.8±4.03	37.2±3.96	20.6± 0.07	30.1±1.34	57.8±4.03
125-135	2.76±0.014	1.13±0.148	0.008±0.0063	11.9±7.03	23 ± 24.3	59.3±5.59	32.9±5.02	26.4± 0.57	27.1±0.0	59.3±5.59
145-155	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
165-175	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
185-195	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Medeltal för vissa lager										
0-20	2.56±0.148	1.14±0.159	0.036±0.0245	10.4±2.36	3.4± 6.45	55.8±4.88	22.8±6.42	32.9± 9.56	22.3±6.20	44.8±2.55
20-100	2.76±0.024	1.32±0.088	0.015±0.0120	10.6±1.38	6.5± 11.19	52.0±3.46	34.1±3.61	17.9± 0.61	31.0±2.62	48.6±4.44
100-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabell 6. Sammanställning av medeltal för vissa grundläggande fysikaliska data hos de i undersökningen ingående jordarna med enkelkorn- eller aggregatstruktur, varierande med djupet.

Lager cm	Täthet $\rho$ g/cm <sup>3</sup>	Vol.vikt $\gamma_t$ g/cm <sup>3</sup>	Medeldiameter $d_{p,m}$ mm	$d_{M,m}$ mm	Vattenperm. k cm/tim	Porositet n vol.-%	Str.vissn. gräns $w_{v,s}$ vol.-%	Max.upptag- bart vatten $w_{u,m}$ vol.-%	Vattenhalt vid $h_{t,150}$ m v.p. $w_{t,150}$ vol.-%	vid $h_o=1.0$ m $w_{dr,1.0}$ vol.-%
0-10	2.62±0.017	1.39±0.133	0.214±0.0934	-	3.2 ± 1.7	47.0± 4.83	8.9± 2.00	38.1± 6.03	7.1± 1.30	33.7± 5.13
10-20	2.62±0.017	1.43±0.135	0.208±0.038	-	3.6 ± 1.9	45.6± 4.92	8.4± 1.57	37.2± 5.68	6.8± 1.27	32.7± 5.65
20-30	2.66±0.040	1.46±0.128	0.238±0.1141	-	5.5 ± 4.7	45.1± 4.06	7.0± 1.65	38.1± 3.48	4.7± 1.63	29.8± 6.96
30-40	2.68±0.031	1.51±0.106	0.224±0.0994	-	7.7 ± 6.7	43.7± 3.36	5.6± 2.21	38.1± 3.77	4.0± 1.21	39.9± 4.61
40-50	2.69±0.029	1.50±0.084	0.167±0.0973	-	5.8 ± 5.5	44.4± 2.50	11.3± 7.75	33.1± 9.95	8.6± 7.16	34.2± 3.81
50-60	2.70±0.026	1.48±0.098	0.096±0.0468	-	31 ± 59.6	45.1± 3.20	16.5±12.58	28.6±11.62	14.3±12.40	35.8± 4.77
60-70	2.70±0.033	1.52±0.158	0.057±0.0301	-	26 ± 49.6	43.8± 5.71	21.0±10.44	22.8± 5.31	18.4±10.58	35.9± 5.47
70-80	2.70±0.025	1.58±0.079	0.103±0.1331	-	2.0 ± 2.0	41.3± 2.61	12.4± 3.82	28.9± 4.33	10.0± 3.04	36.0± 4.07
80-90	2.70±0.031	1.57±0.068	0.137±0.1582	-	2.8 ± 2.1	41.8± 2.65	13.2± 9.62	28.5± 8.99	10.8± 9.36	38.8± 9.63
90-100	2.71±0.036	1.49±0.155	0.135±0.1321	-	56 ±102.9	44.8± 6.20	17.7±14.57	27.1±10.65	14.1±12.69	41.8± 7.23
105-115	2.70±0.000	1.45±0.276	0.016±0.0188	-	0.20± 0.3	46.5±10.18	24.0±14.21	22.6± 4.03	19.5±13.65	46.5±10.18
125-135	2.71±0.021	1.43±0.198	0.015±0.0120	-	18 ± 4.9	47.1± 7.78	23.3±13.79	23.9± 6.01	19.2±13.58	47.1± 7.78
145-155	2.71±0.000	1.48±0.064	0.032±0.0123	-	0.60± 0.8	45.6± 2.33	20.8± 1.48	24.8± 3.82	19.9± 3.25	45.6± 2.33
165-175	2.71±0.014	1.48±0.042	0.042±0.0477	-	22 ± 30.8	48.2± 5.73	26.1±11.88	22.1± 6.15	21.5± 8.20	48.2± 5.73
185-195	2.71±0.014	1.52±0.113	0.038±0.0409	-	1.0 ± 1.4	43.9± 4.53	26.6±11.95	17.4± 7.42	23.1±13.65	43.9± 4.53
Medeltal för vissa lager										
0-20	2.62±0.017	1.41±0.134	0.211±0.0934	-	2.9 ± 1.31	46.3± 4.86	8.6± 1.77	37.7± 5.82	6.9± 1.28	33.2± 5.34
20-100	2.69±0.020	1.51±0.054	0.145±0.0669	-	1.7 ± 0.57	43.7± 1.83	13.1± 2.17	30.6± 1.22	10.6± 2.57	35.5± 1.31
100-200	2.71±0.003	1.47±0.076	0.029±0.0140	-	0.0 ± 0.0	46.2± 2.01	24.1± 0.54	22.1± 1.47	20.6± 1.73	46.2± 2.01

Tabell 7. Gröda, sort och skörd (kg/ha) på provplatserna under de aktuella försöksåren.

Provplats	Nr på	Gröda, sort resp. skörd år				
Län	kartan	1955	1956	1957	1958	1959
<u>Jordar med enkelkornstruktur; rotspärr; sand-mjåla</u>						
Nontuna nr 2	1	-	Höstvete	Havre	Vall I	Vall II
Uppsala		-	Odin	Guldregn II	-	-
		-	-	-	-	-
Älvgården	17	-	-	Vall II	Havre	Kålrötter
Kopparberg		-	-	-	Guldregn II	Vilhelm
		-	-	5100	2100	-
Lindesnår	14	-	-	Vall I	Korn	Havre
Värmland		-	-	-	Herta	Blenda
		-	-	7300	1800	700
Uddeholm	16	-	-	Vall II	Vall III	Korn
Värmland		-	-	-	-	Mari
		-	-	6900	5200	1900
<u>Jordar med aggregatstruktur; ingen rotspärr; mellanleror-styva leror</u>						
Ultuna nr 1	1	Höstvete	Havre	Träda	Vårvete	Ärter
Uppsala		Odin	Guldregn II	-	Svenno	Torsdag III
		5400	3500	-	3600	2100
Ultuna nr 2	1	Havre	Kålrötter	Korn	Havre	Korn
Uppsala		Guldregn II	Vilhelm	Herta	Sol II	Herta
		1700	-	3600	2700	2900
Ultuna nr 3	1	Vall II	Höstvete	Träda	Höstraps	Höstvete
Uppsala		-	Odin	-	Matador	Odin
		5600	4600	-	2200	5100
Ultuna nr 4	1	Höstraps	Höstvete	Havre	Vall I	Vall II
Uppsala		Matador	Odin	Sol II	-	-
		1700	5000	3100	6000	5900
Ultuna nr 7	1	Vårvete	Ärter	Korn	Träda	Höstrybs
Uppsala		Drott	Hero	Herta	-	Rapido
		2000	2600	3500	-	2400
Marsta	2	-	-	Höstvete	Havre	Vall I
Uppsala		-	-	Odin	Blenda	-
		-	-	5100	3300	3500
Vallby	4	-	-	Korn	Träda	Höstvete
Södermanland		-	-	Rika	-	Odin
		-	-	1800	-	3800
Gunnarstorp	8	-	-	Höstvete	Havre	-
Skaraborg		-	-	Odin	Sol II	-
		-	-	4500	3100	-
Lanna	10	-	-	Ärter	Havre	Vall I
Skaraborg		-	-	Hero	Sol II	-
		-	-	1800	3000	5000



Tabell 7, forts.

Provplats	Nr på	Gröda, sort resp. skörd år				
Län	kartan	1956	1956	1957	1958	1959
<u>Jordar med aggregatstruktur; rotspärr; lättleror-mellanleror</u>						
Bro	12	-	-	Vårvete	Korn+havre	Havre
Göteborgs- o. Bohus		-	-	Svenno	Rika+Sol II	Sol II
		-	-	2400	2800	2300
Tingvall	13	-	-	Korn	Korn	Havre
Göteborgs- o. Bohus		-	-	Herta	Herta	Blenda
		-	-	2400	2500	1600
Apertin	15	-	-	Höstvete	Havre	Korn
Värmland		-	-	Odin	Blenda	Herta
		-	-	2600	3800	1100
Kloster	18	-	-	-	Havre	Vall I
Kopparberg		-	-	-	Guldregn II	-
		-	-	-	1900	3500
<u>Jordar med aggregatstruktur; rotspärr; styva leror</u>						
Edeby	3	-	-	Korn	Vårvete	Träda
Södermanland		-	-	Rika	Svenno	-
		-	-	2200	2000	-
Vrå Nolgården	5	-	-	Vall I	Vall II	Höstvete
Skaraborg		-	-	-	-	Odin
		-	-	5200	6300	3900
Ryholm	6	-	-	Höstvete	Träda	Korn
Skaraborg		-	-	Odin	-	Edda
		-	-	3600	-	2000
Gammalstorp	7	-	-	Korn+havre	-	Vall II
Skaraborg		-	-	Rika+Sol II	-	-
		-	-	3500	-	3200
Forstena	11	-	-	Havre	Vårvete	Höstraps
Älvsborg		-	-	Sol II	Svenno	Matador
		-	-	3500	2700	2300
<u>Jordar med enkelkorn- eller aggregatstruktur, varierande med djupet</u>						
Ultuna nr 5	1	Höstraps	-	-	-	-
Uppsala		Matador	-	-	-	-
		1700	-	-	-	-
Ultuna nr 6	1	Vall I	-	-	Träda	Höstrybs
Uppsala		-	-	-	-	Rapido
		6000	-	-	-	2300
Nontuna nr 1	1	-	Höstvete	Havre	Havre	Korn
Uppsala		-	Odin	Guldregn II	Sol II	Herta
		-	4500	3200	2800	3300
Djupedal	9	-	-	Höstvete	Havre	Vall I
Skaraborg		-	-	Odin	Blenda	-
		-	-	2600	3300	6100

Bro 1960 Råg Kungs 2600 kg/ha

Tabell 8. Sammanställning över förändringarna i vatteninnehåll, mm resp. mm/dygn, under de aktuella vegetationsperioderna hos de i undersökningen ingående jordarnas lager 0-200 och 20-200 cm under skyddsskärm med de angivna grödorna.

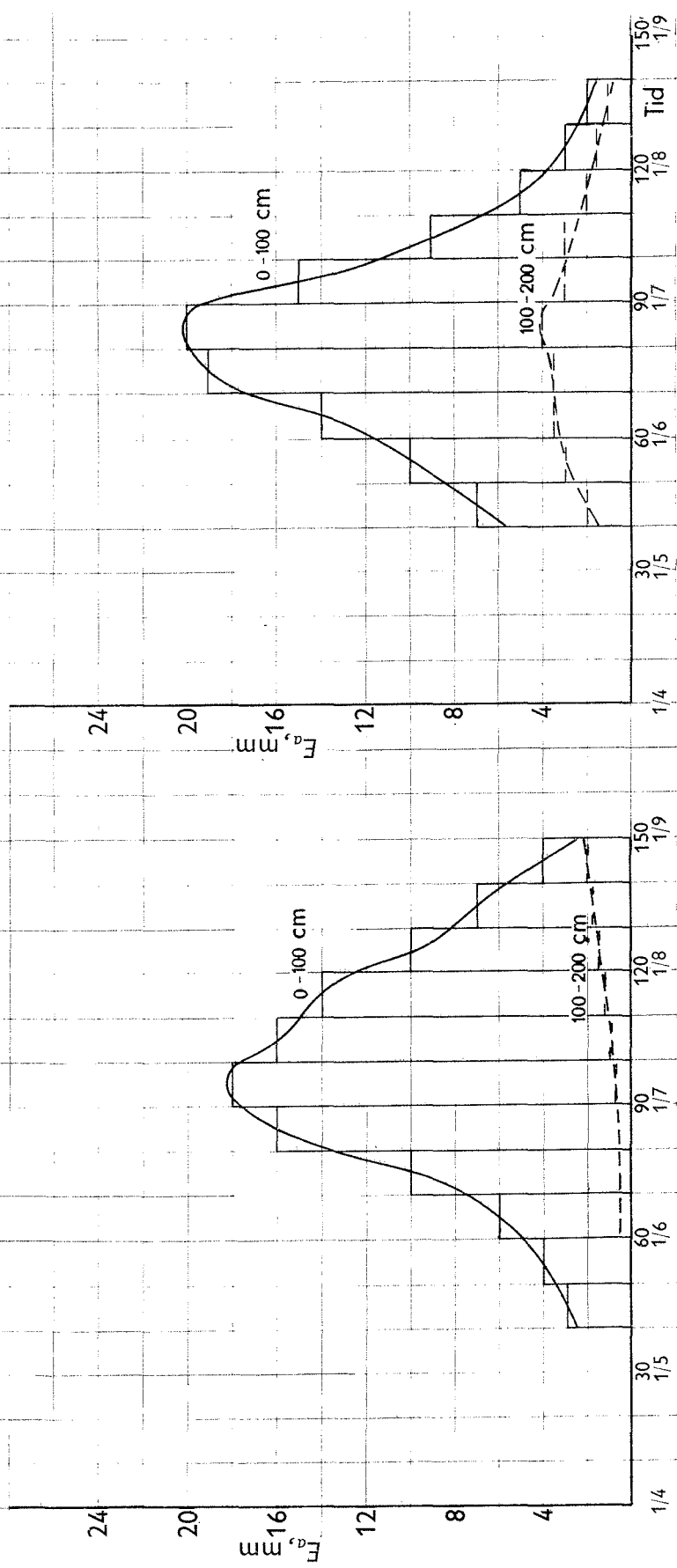
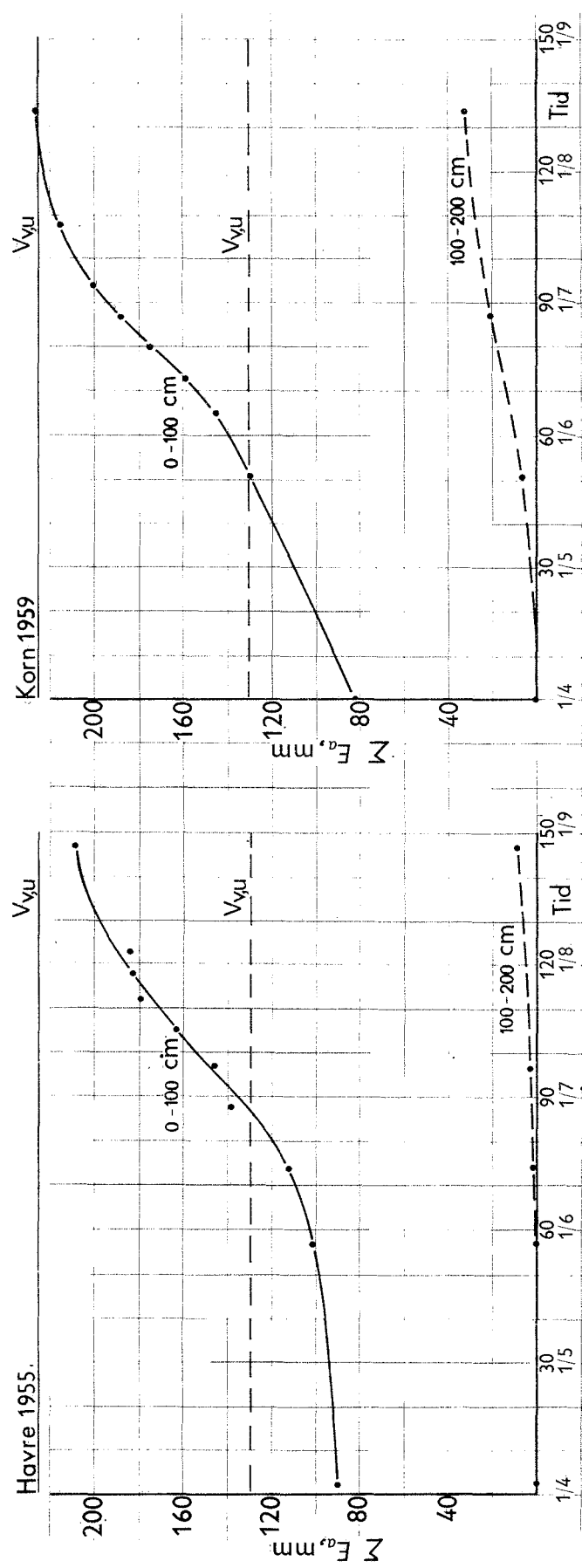
Förändring i jordarnas vatteninnehåll, mm resp. mm/dygn, mellan provtagningsarna																
Provplats	År	Gröda	1:a-2:a			2:a-3:e			3:e-4:e			4:a-5:e				
			Nederb. 0-200 mm	0-200 mm	mm/d	Tot. 0-200 mm	20-200 mm	mm/d	Tot. 0-200 mm	20-200 mm	mm/d	Tot. 0-200 mm	20-200 mm	mm/d		
Jordar med enkelkornstruktur; rotspärr; sand - mjäla																
Nontuna nr 2	1956	Höstvete	12	57	39	4.3	34	26	1.3	21	22	0.3	124	1.2	55	0.6
"	1957	Havre	31	51	25	1.7	27	20	0.6	-20	-37	-0.4	89	0.6	7	0.1
"	1958	Vall I	125	63	26	3.3	33	26	1.7	34	33	0.9	255	2.3	67	1.2
"	1959	Vall II	57	104	78	2.6	-3	-6	-0.1	-	-	-	-	-	-	-
Älvgården	1957	Vall II	81	94	68	2.8	53	37	1.8	45	25	0.8	273	1.8	98	1.1
"	1958	Havre	96	-42	-56	0.9	58	40	1.9	30	-6	0.8	142	1.1	88	1.2
"	1959	Kålrötter	88	95	73	2.8	14	8	0.4	92	81	3.4	289	2.2	106	1.6
Lindesnår	1957	Vall I	74	72	58	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"	1958	Korn	109	136	113	4.2	21	10	0.7	-18	-25	-0.4	248	1.9	3	0.0
"	1959	Havre	102	174	142	4.0	99	43	2.9	28	23	1.0	403	3.1	127	2.0
Uddeholm	1957	Vall II	124	27	16	2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"	1958	Vall III	-	-	-	-	-	-	-	46	18	1.5	-	-	-	-
"	1959	Korn	160	55	25	3.2	71	39	2.0	20	12	0.7	306	2.3	91	1.4
Jordar med aggregatstruktur; ingen rotspärr; mellanleror - styva leror																
Ultuna nr 1	1955	Höstvete	-	-	-	-	86	60	4.0	154	135	2.4	-	-	240	2.8
"	1956	Havre	75	3	1	1.9	74	55	2.6	-3	-4	-0.1	149	1.2	71	0.8
"	1957	Träda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	0.4	-	-
"	1958	Vårvete	119	44	19	2.7	45	24	1.3	68	61	1.7	276	2.0	113	1.5
"	1959	Ärter	57	52	9	1.7	38	23	1.2	32	25	0.9	179	1.3	70	1.0
Ultuna nr 2	1955	Havre	7	12	5	1.1	38	21	1.7	69	49	1.4	126	1.4	107	1.5
"	1956	Kålrötter	86	24	20	2.6	101	80	1.6	34	32	0.8	245	1.7	135	1.3
"	1957	Korn	31	73	41	2.2	72	51	1.7	66	53	1.3	242	1.7	138	1.5
"	1958	Havre	119	50	24	2.9	54	42	1.5	64	55	1.6	287	2.1	118	1.6
"	1959	Korn	57	60	22	1.8	69	47	1.9	56	48	1.1	242	1.6	125	1.5
Ultuna nr 3	1955	Vall II	7	67	35	3.5	42	32	1.8	46	39	1.2	162	1.9	88	1.4
"	1956	Höstvete	14	23	11	1.9	73	52	2.8	53	42	0.5	163	1.1	126	1.0
"	1957	Träda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"	1958	Höstraps	111	57	35	3.5	80	60	3.2	25	27	0.5	273	2.2	105	1.4
"	1959	Höstvete	56	56	19	2.0	80	70	2.1	59	49	1.2	251	1.7	139	1.6

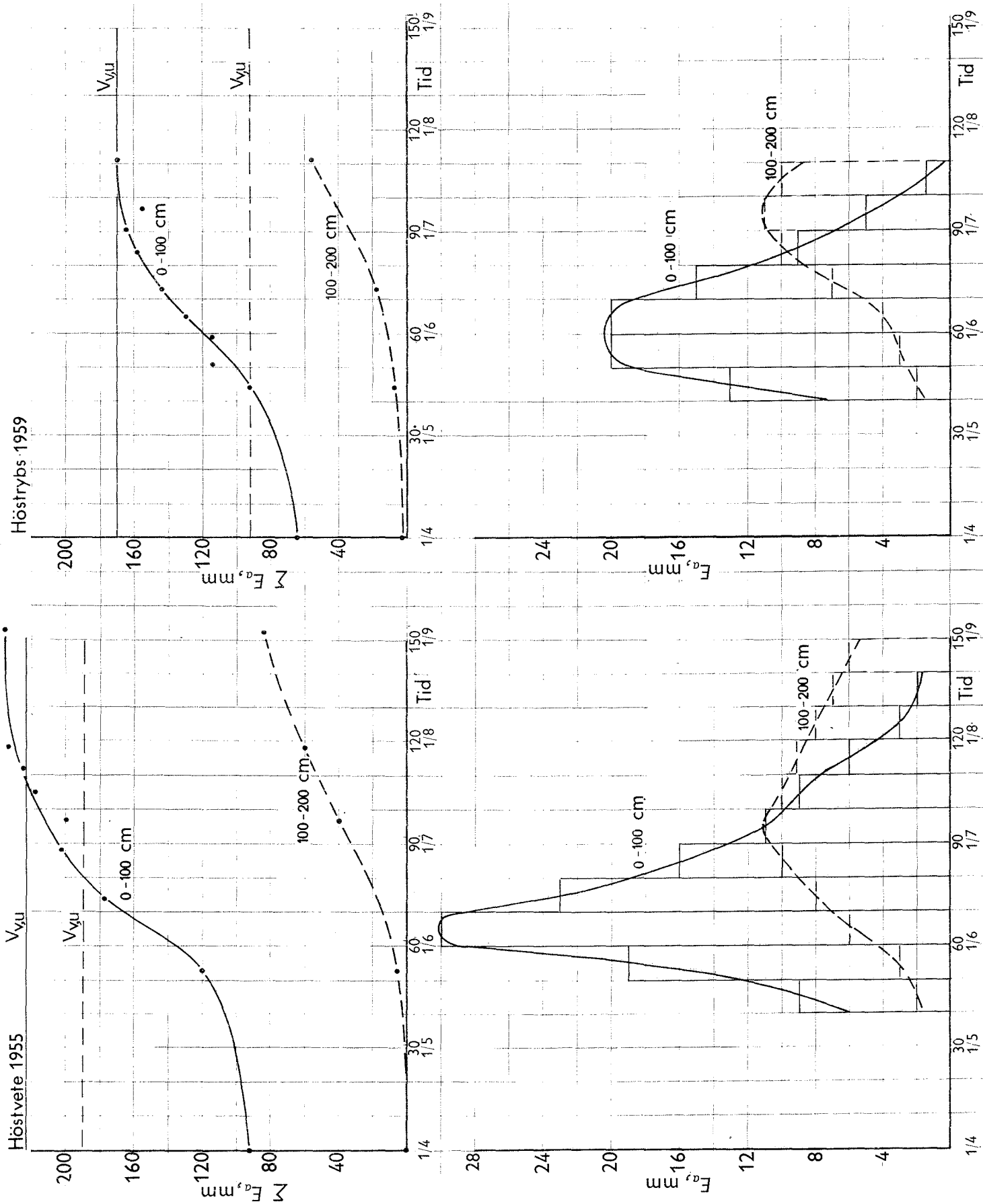
Tabell 8, forts.

Provplats		År	Gröda	Förändring i jordarnas vatteninnehåll, mm resp. mm/dygn, mellan provtagningarna											
				1:a-2:a			2:a-3:e			3:e-4:e			1:a-4:e		
				Nederb. mm	0-200 cm mm	Tot. mm/d	0-200 cm mm	Tot. mm/d	0-200 cm mm	Tot. mm/d	0-200 cm mm	Tot. mm/d	0-200 cm mm	Tot. mm/d	0-200 cm mm
Ultuna nr 4		1955	Höstraps	7	56	37	3.0	42	34	1.8	89	81	2.1	194	2.2
"		1956	Höstvete	87	42	29	2.8	58	48	2.0	46	45	0.8	233	1.8
"		1957	Havre	31	19	17	1.0	43	28	0.9	25	21	0.5	118	0.8
"		1958	Vall I	111	51	19	3.1	87	73	2.1	53	50	3.5	302	2.8
"		1959	Vall II	60	70	36	2.0	95	85	3.0	71	62	2.7	296	2.4
Ultuna nr 7		1955	Vårvete	7	47	33	3.2	46	29	1.5	56	41	1.1	156	1.6
"		1956	Ärter	86	22	18	2.5	77	52	2.5	19	16	0.4	204	1.6
"		1957	Korn	28	52	14	2.2	55	45	1.1	35	29	0.7	170	1.2
"		1958	Träda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"		1959	Höstrybs	56	31	-0.1	1.5	64	57	2.2	64	57	1.7	215	1.7
Marsta nr 1		1957	Höstvete	28	76	34	3.3	105	89	2.8	76	71	1.2	285	2.2
"		1958	Havre	96	96	67	3.2	57	42	1.7	56	48	1.3	305	2.3
"		1959	Vall I	61	98	50	2.8	106	94	2.6	74	70	2.7	339	2.7
Vallby nr 1		1957	Korn	42	89	59	2.5	48	34	0.9	42	39	1.1	221	1.5
"		1958	Träda	143	41	12	3.1	-	-	-	-	-	-	-	-
"		1959	Höstvete	81	66	43	2.6	163	139	3.3	34	31	1.3	344	2.6
Gunnarstorp		1957	Höstvete	95	60	37	2.8	78	68	1.6	18	10	0.3	251	1.6
"		1958	Havre	56	70	31	2.4	38	32	1.1	26	31	0.6	190	1.4
Lanna		1957	Ärter	60	67	45	2.3	35	17	0.7	52	46	1.0	214	1.4
"		1958	Havre	49	33	8	1.5	27	12	0.8	17	16	0.4	126	1.0
"		1959	Vall I	71	61	30	2.4	159	142	3.2	31	26	1.1	322	2.4
Jordar med aggregatstruktur; rotspärr; lättleror - mellanleror															
Bro		1957	Vårvete	52	33	13	1.5	51	23	1.0	29	24	0.6	165	1.1
"		1958	Korn+havre	73	38	9	2.1	36	35	1.6	28	12	0.5	175	1.3
"		1959	Havre	111	33	9	2.6	99	68	2.1	22	19	0.8	265	2.0
"		1960	Råg	11	24	4	1.3	74	56	4.1	45	28	0.7	154	1.4
Tingvall		1957	Korn	72	75	46	2.6	107	56	2.2	17	17	0.3	271	1.7
"		1958	Korn	64	105	56	3.2	30	13	0.9	17	7	0.4	216	1.7
"		1959	Havre	99	71	45	3.1	108	57	2.2	21	20	0.8	299	2.3

Tabell 8, forts.

Provplats		År	Gröda	Förändring i jordarnas vatteninnehåll, mm resp. mm/dygn, mellan provtagningsarna											
				1:a-2:a			2:a-3:e			3:e-4:e			1:a-4:e		
				Nederb. 0-200 cm 20-200 cm Tot.			0-200 cm 20-200 cm Tot.			0-200 cm 20-200 cm Tot.			0-200 cm 0-200 cm Tot.		
				mm	mm	mm/d	mm	mm	mm/d	mm	mm	mm/d	mm	mm	mm/d
Apertin		1957	Höstvete	74	134	108	3.6	124	71	3.8	-160	-113	-3.0	172	1.2 -36 -0.4
"		1958	Havre	109	77	46	3.2	-12	-20	-0.4	24	17	0.6	198	1.5 12 0.2
"		1959	Korn	102	119	65	3.3	98	57	2.7	40	39	1.4	359	2.7 138 2.2
Kloster		1958	Havre	104	26	6	2.2	98	49	3.2	57	47	1.4	285	2.2 155 2.2
"		1959	Vall I	85	126	74	3.2	103	71	2.6	18	14	0.7	332	2.5 121 1.8
Jordar med aggregatstruktur; rotspärr; styva leror															
Edeby		1957	Korn	28	41	11	1.3	60	41	1.1	24	22	0.6	153	1.1 84 0.9
"		1958	Vårvete	138	51	15	3.2	50	37	1.4	22	18	0.5	261	1.9 72 0.9
"		1959	Träda	61	18	8	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-
Vrå Nollgården		1957	Vall I	47	27	1	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-
"		1958	Vall II	87	90	50	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-
"		1959	Höstvete	72	48	23	2.2	103	73	2.1	22	21	0.8	245	1.9 125 1.6
Ryholm		1957	Höstvete	67	40	-1	1.9	139	97	2.7	17	13	0.3	263	1.6 156 1.5
"		1958	Träda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"		1959	Korn	80	61	8	2.4	80	53	1.7	59	53	2.0	280	2.1 139 1.9
Gammalstorp		1957	Korn+havre	70	48	20	2.2	56	26	1.1	17	11	0.3	191	1.2 73 0.7
"		1959	Vall II	75	31	2	1.9	-	-	-	-	-	-	-	-
Forstena		1957	Havre	69	21	9	1.6	53	26	1.1	60	51	1.2	203	1.3 113 1.1
"		1958	Vårvete	65	44	13	2.0	43	30	1.3	8	9	0.2	160	1.2 51 0.7
"		1959	Höstraps	76	21	-3	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-
Jordar med enkelkorn- eller aggregatstruktur, varierande med djupet															
Ultuna nr 5		1955	Höstraps	7	87	53	4.5	49	44	2.0	57	52	1.6	200	2.2 106 1.5
Ultuna nr 6		1955	Vall I	7	104	80	0.3	70	60	2.3	34	28	0.7	215	2.2 104 1.3
"		1958	Träda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"		1959	Höstrybs	56	64	38	2.1	78	69	2.7	26	20	0.7	224	1.8 104 1.6
Nontuna nr 1		1956	Höstvete	12	50	40	3.9	75	45	2.8	64	55	1.0	201	1.9 139 1.5
"		1957	Havre	31	53	43	1.8	55	47	1.3	68	41	1.3	207	1.4 123 1.3
"		1958	Havre	125	79	32	3.6	56	43	1.6	84	62	2.1	344	2.6 140 1.9
"		1959	Korn	57	77	23	2.1	63	44	1.8	28	23	0.7	225	1.6 91 1.2
Djupedal		1957	Höstvete	60	56	33	2.1	153	113	3.0	34	28	0.7	303	1.9 187 1.8
"		1958	Havre	49	111	84	3.0	69	40	2.0	19	16	0.5	248	1.9 88 1.1
"		1959	Vall I	71	60	47	2.4	124	84	2.5	49	47	1.8	304	2.3 173 2.2





Vall 2 1959 Ultuna nr 4

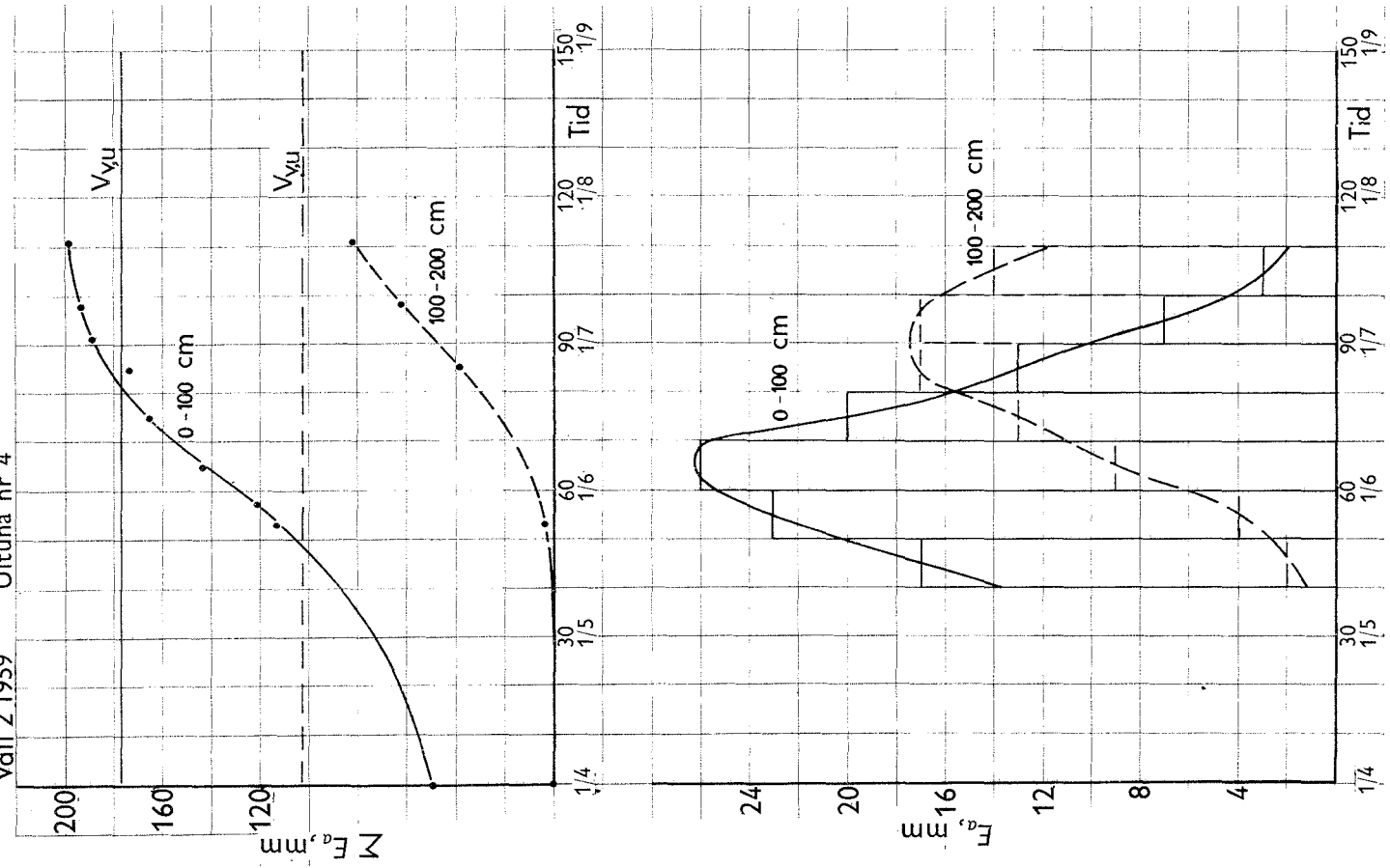


Fig. 5.

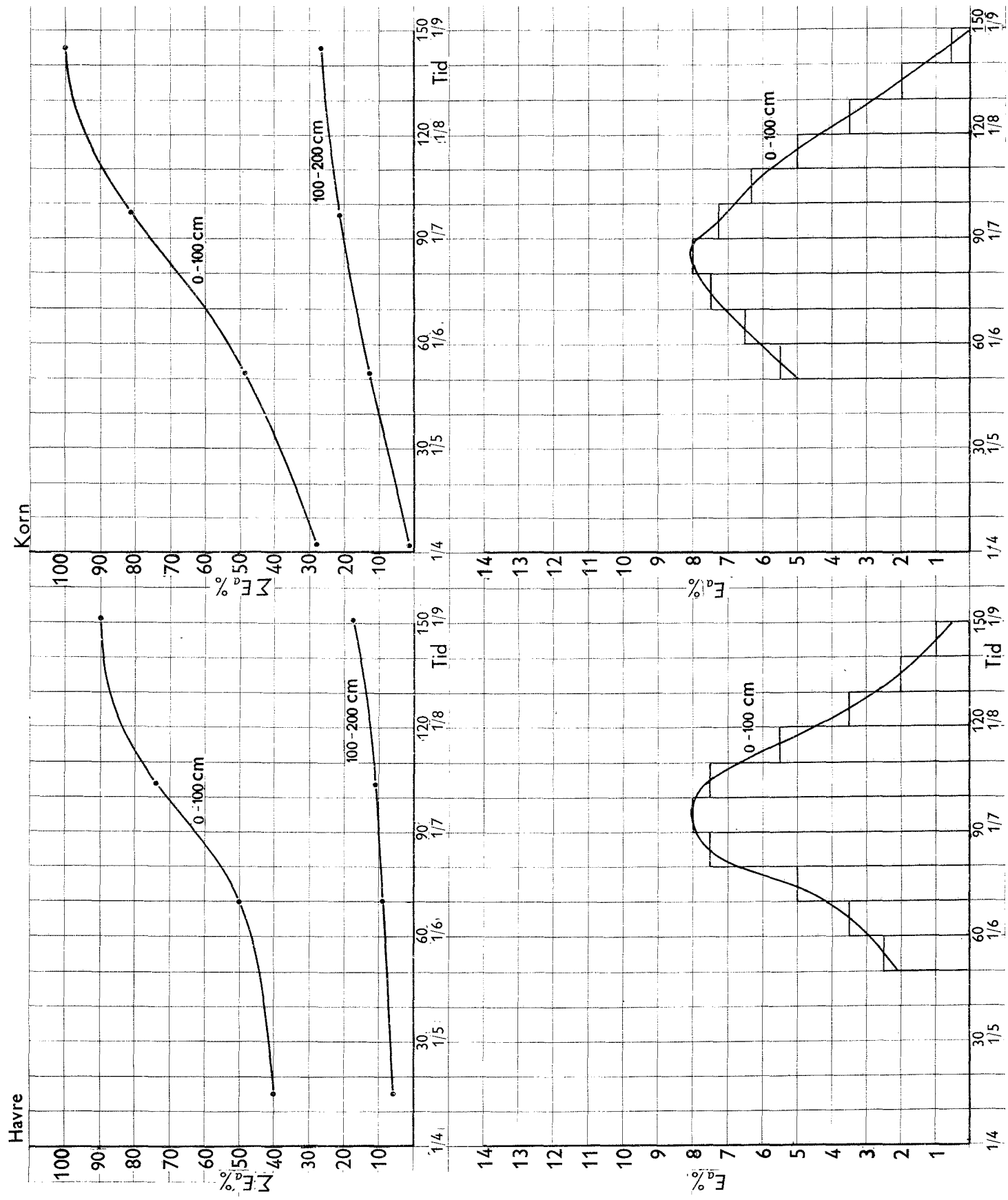


Fig. 6.



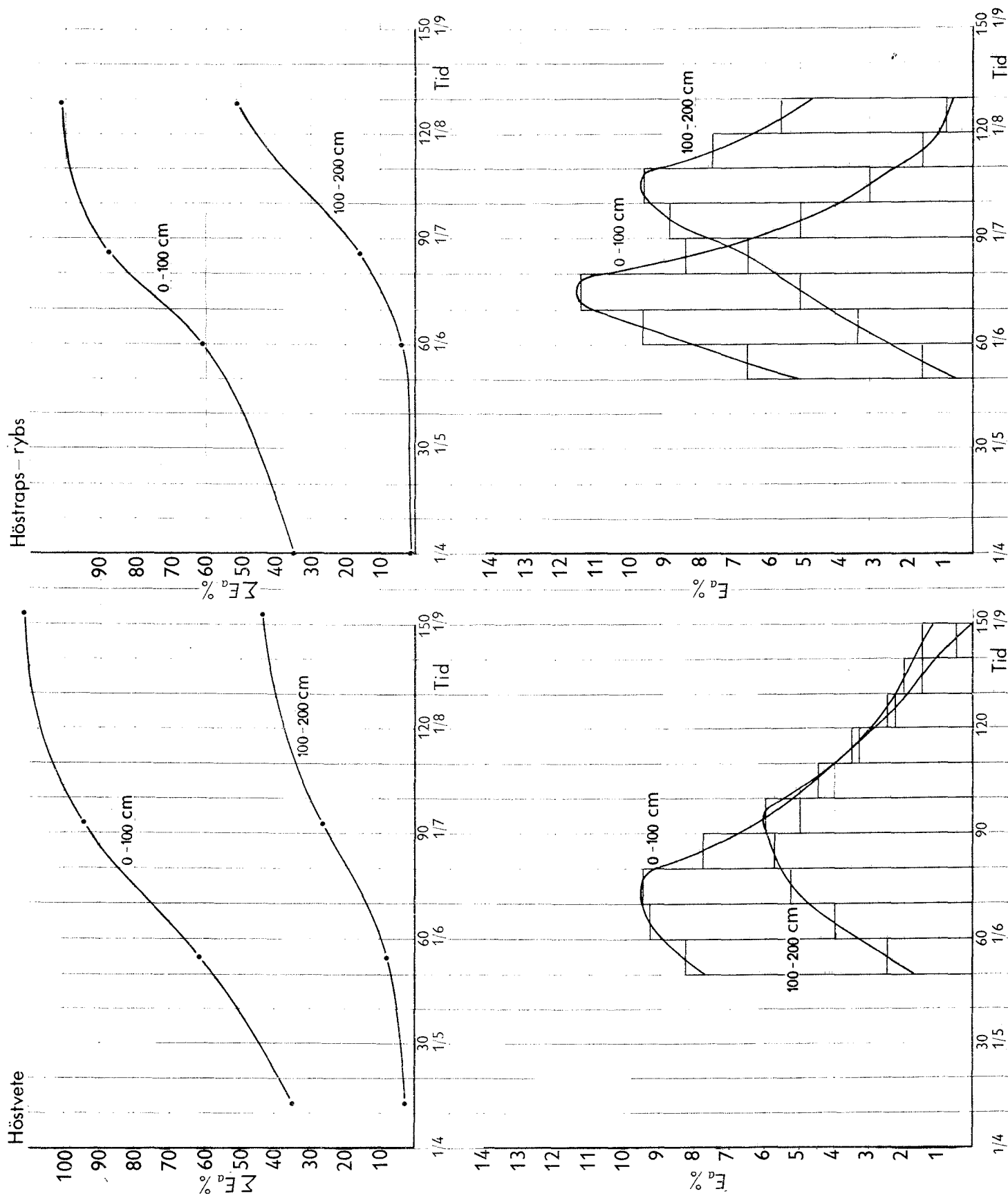
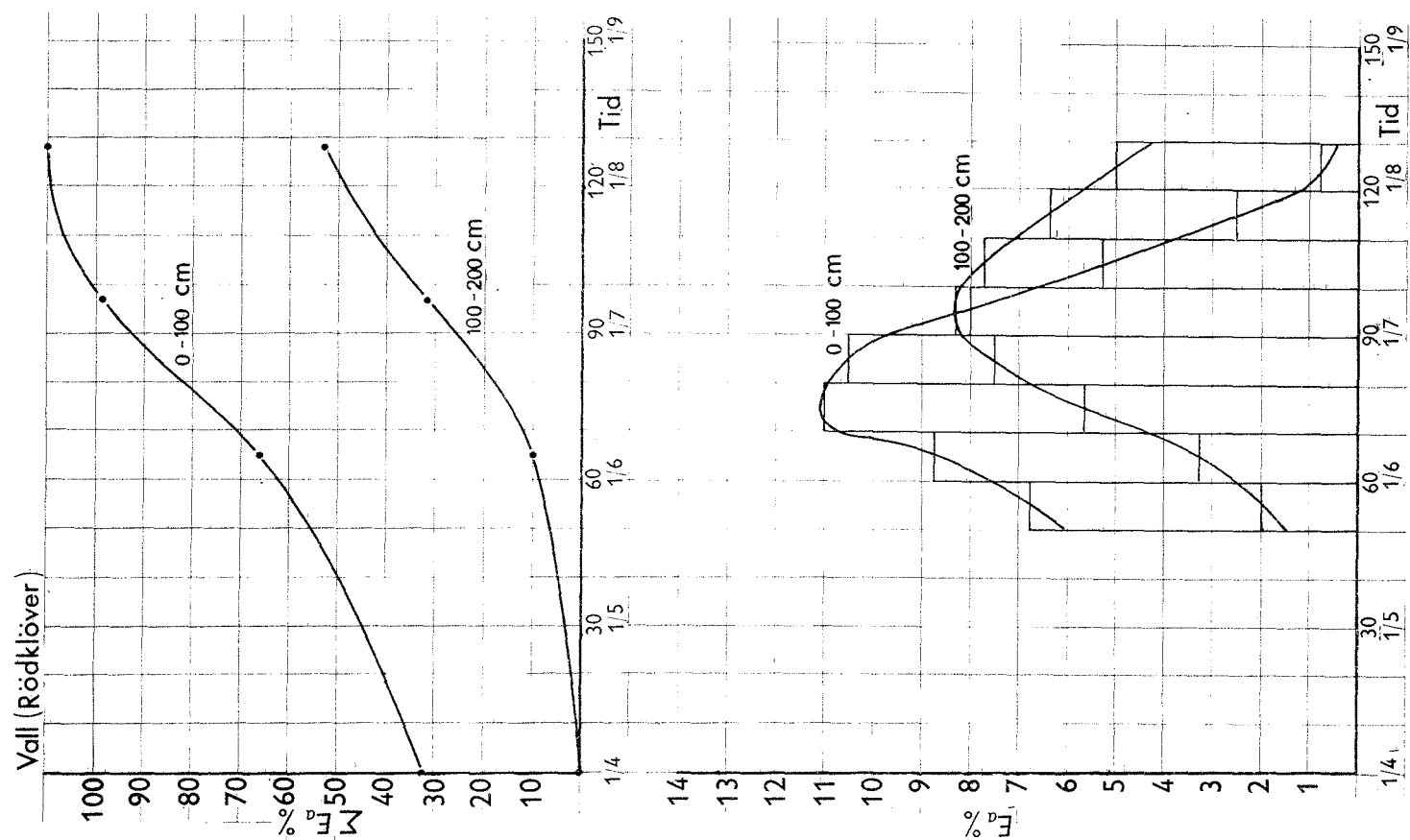


Fig. 8.



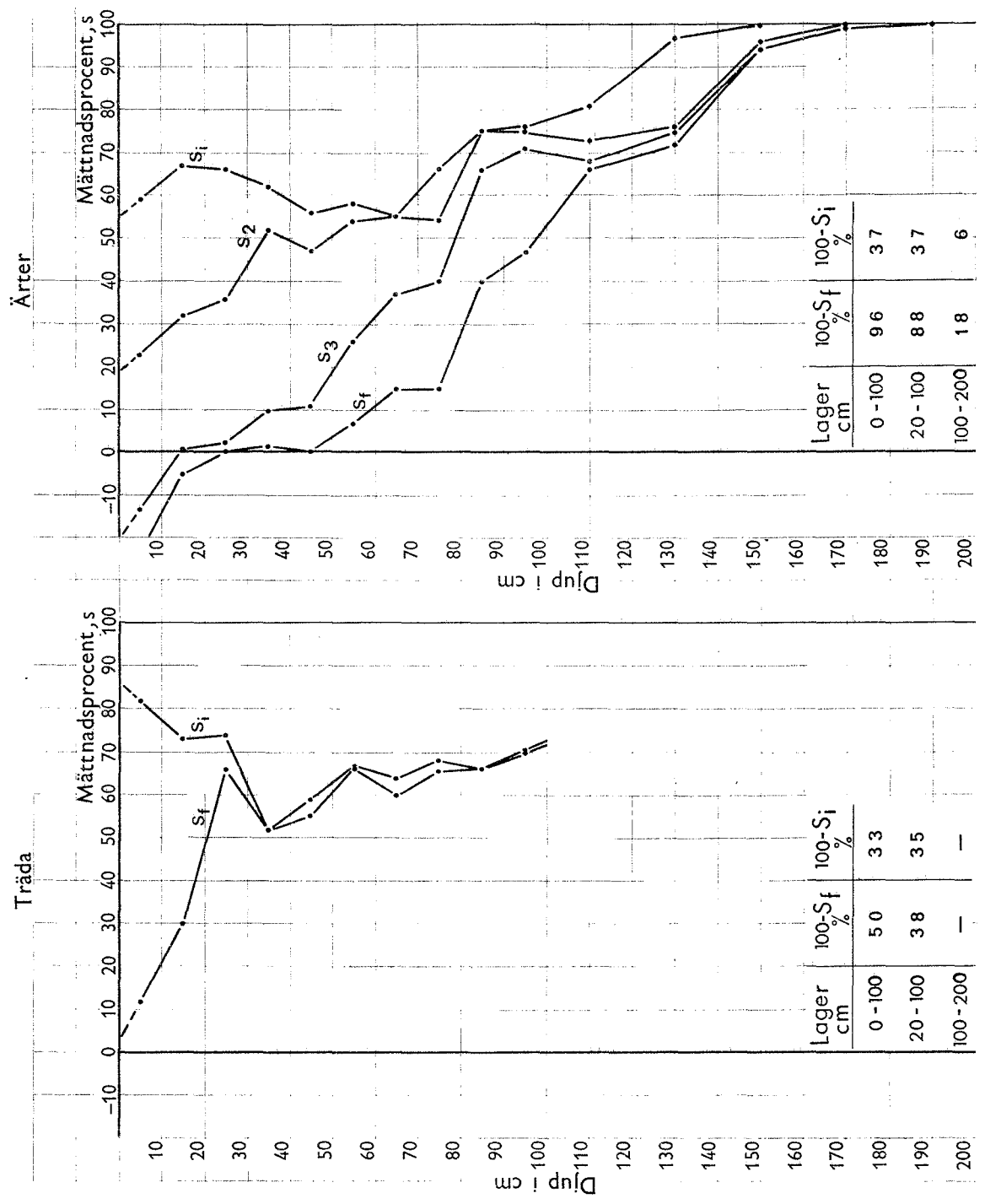


Fig. 9.

Fig. 10.

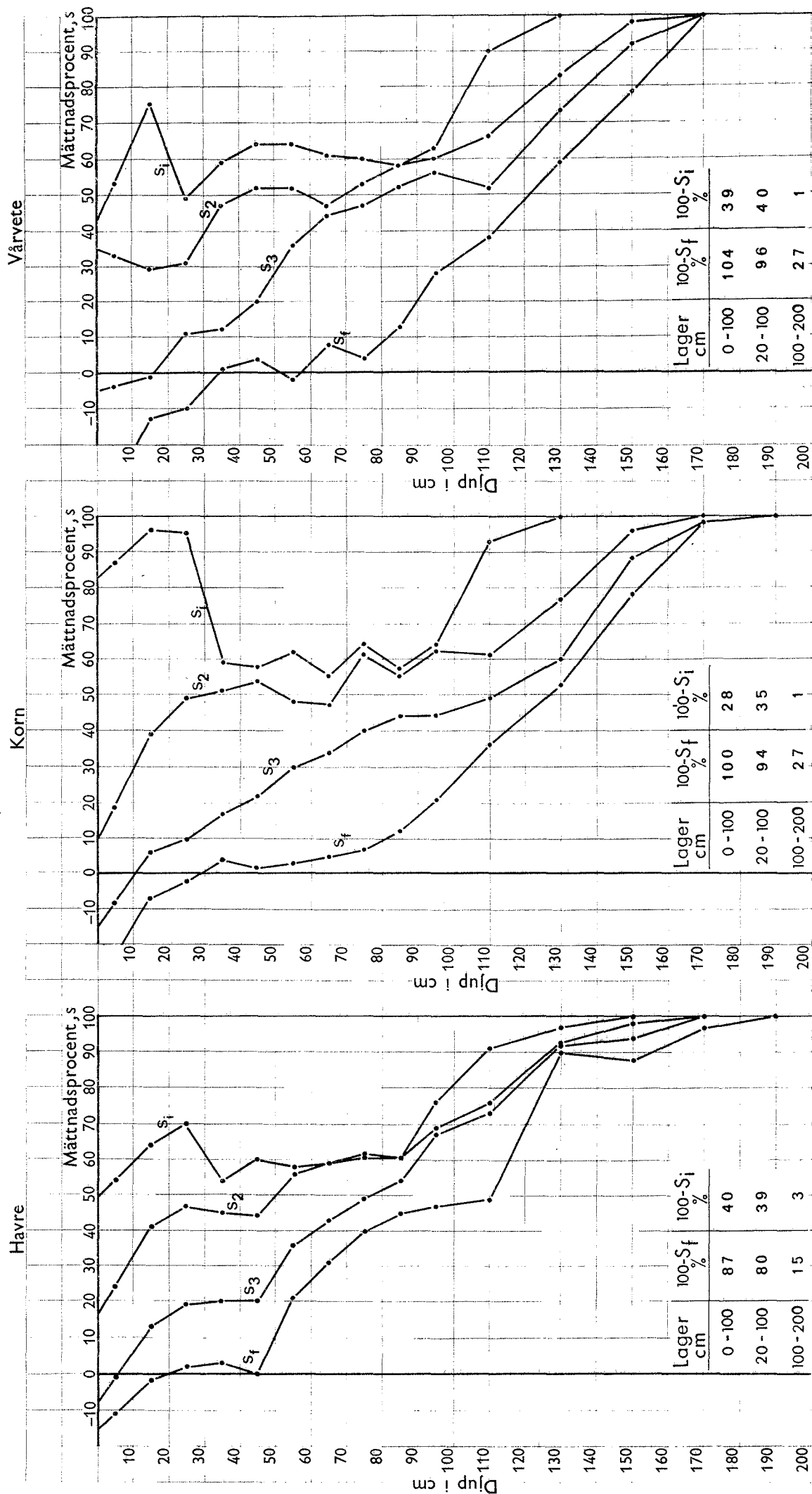
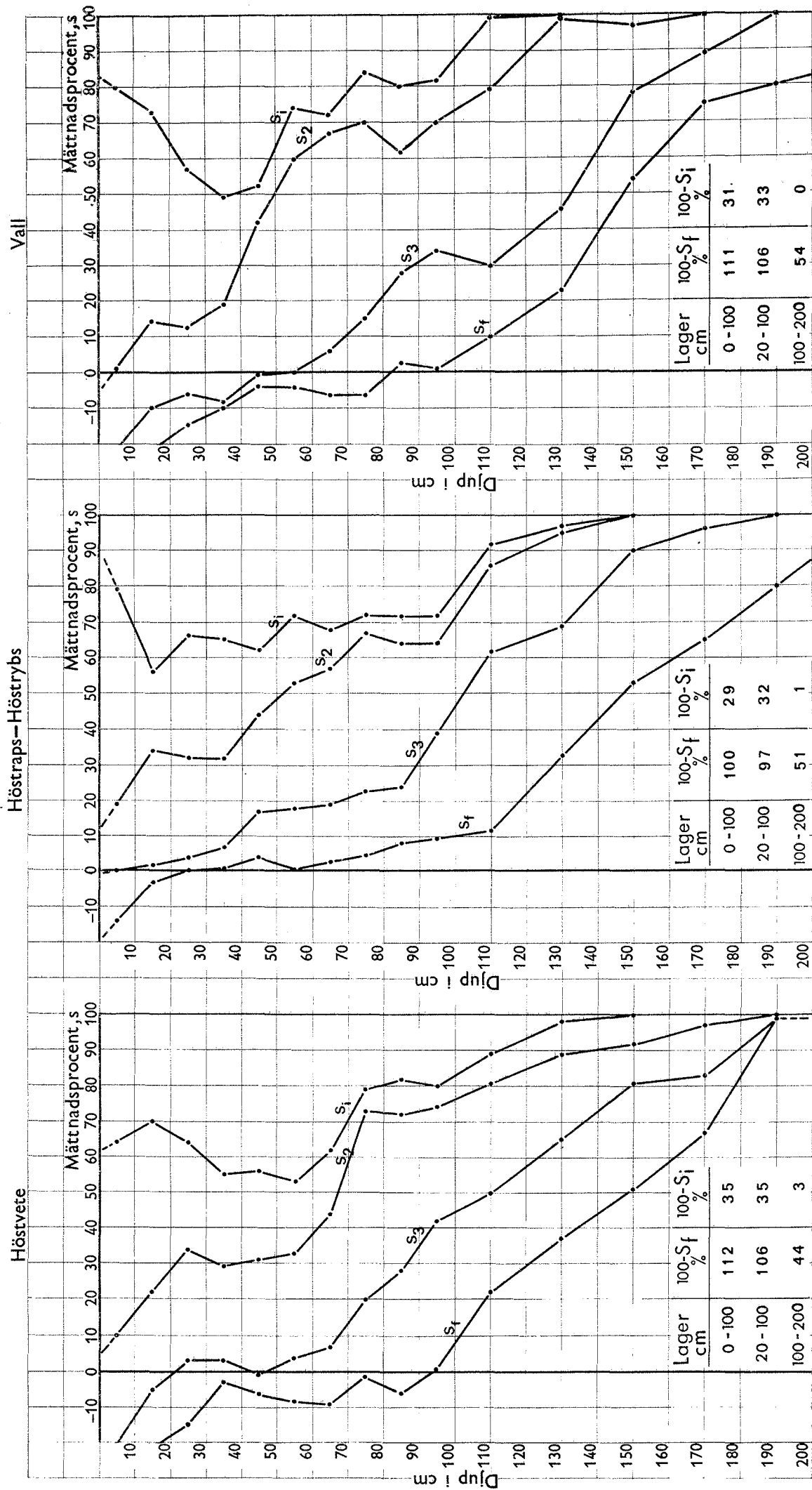


Fig. 11.





## LITTERATUR

- Andersson, S., 1954a. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. VI. En rationell metod att studera och fotografera makrostrukturen i marken. - Grundförbättring, 7, 35-56.
- " - 1954b. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. VII. Markens struktur och om en metod att analysera markens makroaggregering. - Grundförbättring, 7, 114-169.
- " - 1955a. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. VIII. En experimentell metod. - Grundförbättring, 8, spec.nr 2.
- " - 1955b. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. IX. Studier av några gyttjejordsprofiler i Örebro län. - Grundförbättring, 8, 102-138.
- Andersson, S. & Wiklert, P., 1959. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. XI. Studier av några markprofiler på Ultuna egendom. - Grundförbättring, 12, spec.nr 3.
- " - 1970. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. XX. Studier av några markprofiler i Norrland. - Grundförbättring, 23, 3-76.
- " - 1972. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. XXIII. Om de vattenhållande egenskaperna hos svenska jordarter. - Grundförbättring, 25, 53-143.
- Dahl, C.G., 1902. Några geologiska observationer i Klarelfsdalens förmodade forna dalgång. - Geologiska Föreningens Förhandlingar, nr 212, bd 24.
- Hallgren, G., Nääs, O. & Wiklert, P., 1965. Undersökningar rörande grundvattenuppdämning i blekejord på Gotland åren 1942-1961. - Grundförbättring, 18, 179-240.
- Håkansson, I., 1966. Fysikalisk och kemisk beskrivning av markprofiler från 8 platser i Uppland och Västergötland. - Medd. fr. Inst. f. växt-näringslära och jordbearbetning. Lantbrukshögskolan, Uppsala 7, (stencilerad).
- Johansson, W., 1964. Markfysikalisk karakteristik av sex åkerjordsprofiler. - Grundförbättring, 17, 267-301.
- Lindström, A., 1885. Praktiskt geologiska undersökningar inom norra delen af Elfsborgs län och Dalsland. I. Traktens topografi och de lösa jordlagren. - Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. C, nr 72, 66 s.
- Lundqvist, J., 1957. Geokronologiska undersökningar i Värmland. - Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. C, nr 551, 28 s.
- " - 1958. Beskrivning till jordartskarta över Värmlands län. - Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. C, nr 38, 228 s.
- Nääs, O., 1956. Jordbörnr för markkartering och markfysikaliska undersökningar. - Lantmannen, årg. 40, nr 18, Stockholm.

- Nääs, O. & Odentun, E., 1957. Nytt jordborr för markfysikaliska undersökningar. - Grundförbättring, 10, 193-199.
- Olsen, M., 1957. Om agermarkens vandhusholding. - Hedeselsk. forskningsv. Beretn. nr 2.
- Quensel, C.-E., 1944. Den teoretiska statistikens grunder. - Lund.
- Sandegren, R., 1939. Nedre Klarälvsdalens postglaciala utvecklingshistoria. - Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. C, nr 422, 38 s.
- Sidenbladh, E., 1870. Några ord till upplysning om bladet "Wenersborg". - Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. Aa, nr 40, 111 s.
- Sundberg, Å., 1956. The river Klarälven. A study of fluvial processes. - Geografiska Annaler, hft. 2-3.
- Wiklert, P., 1960. Studier av rotutvecklingen hos några nyttoväxter med särskild hänsyn till markstrukturen. - Grundförbättring, 13, 113-148.
- " - 1961. Om sambandet mellan markstruktur, rotutveckling och upp-torkningsförlopp. - Grundförbättring, 14, 221-239.
  - " - 1962. Vallen och markstrukturen. Ett jämförande markfysikaliskt studium av tre matjordsprofiler. - Grundförbättring, 15, 15-49.
  - " - 1964. Studier av vissningsgränsen. En modifierad odlingsmetod; Texturell och strukturell vissningsgräns; Upptagningsgräns. - Grundförbättring, 17, 1-100.
  - " - 1970. Fysikaliska studier av en markprofil från Stenstugu, Gotland. - Grundförbättring, 23, 77-85.
  - " - 1972. Studier av de odlade jordarnas struktur. I. Inledande presentation. - Grundförbättring, 25, 3-24.